

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

Tome trente-deuxième

GENÈVE
IMPRIMERIE REY & MALAVALLON
Précédemment Aubert-Schuchardt
18, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

1894-1897

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE





MÉMOIRES

DE LA

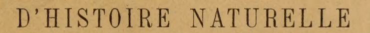
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE





Tome XXXII. — Première Partie

GENÈVE

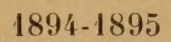
A. CHERBULIEZ, rue Bovy-Lysberg — GEORG et Cie, rue de la Corraterie

Libraires de la Société

PARIS

FISCHBACHER, 33, rue de Seine

BALE et LYON, même maison



1894-1895




MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

Tome XXXII. — Première Partie

GENÈVE
IMPRIMERIE AUBERT-SCHUCHARDT
RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

—

1894-1895

RAPPORT

DU

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

POUR

L'ANNÉE 1893

PAR

M. le Professeur D'ESPINE

MESSIEURS ET TRÈS HONORÉS COLLÈGUES,

L'année qui vient de s'écouler a été féconde pour la Société en travaux de tout genre; vous pourrez tout à l'heure, par le résumé très imparfait que vous en donnera votre Président, vous rendre compte que le flambeau de la science est loin de s'éteindre parmi nous. On pourrait donc qualifier l'année 1893 comme une année heureuse pour notre Société, si nous n'avions eu à enregistrer des pertes cruelles. La mort nous a enlevé cette année trois membres effectifs : MM. *Louis Lossier*, *Alphonse de Candolle* et *Daniel Colladon*; un associé libre M. *Georges Prevost* et deux membres honoraires, le professeur *Tyndall* à Londres, et le professeur *R. Wolff* à Zurich. Nous avons reçu la démission de

deux membres effectifs, M. *Crafts* et M. le professeur *Zahn*. M. Crafts, chimiste à Boston a été nommé membre émérite. D'autre part, nous avons reçu comme membres effectifs M. le professeur *Cailler,* mathématicien, M. *John Briquet,* botaniste, M. *Maurice Gautier*, chimiste, et comme associés libres M le *D*[r] *Sulzer,* M. *Frédéric Reverdin,* M. *Henri Auriol,* M. *Henry de Blonay,* M. *Camille Ferrier,* M. *Louis Cartier, M. Edmond Flournoy.*

Vous avez élu dans la séance réglementaire du 19 janvier M. Théodore Turrettini, comme vice-président, M. Albert Rilliet comme secrétaire correspondant et MM. Micheli et Flournoy, comme membres du Comité de publication. M. Théodore Turrettini n'ayant pas accepté sa nomination de vice-président, vu le nombre de ses occupations multiples, vous avez élu dans la séance du 16 février M. le professeur Charles Soret vice-président, pour devenir président en 1894.

L'heure réglementaire des séances du soir en hiver a été portée de 7 h. $^1/_2$ à 8 heures.

La seconde partie du tome XXXI des Mémoires a paru. C'est un fort volume qui contient outre les derniers Rapports présidentiels, un mémoire du professeur Brun sur de nouvelles espèces de Diatomées, la seconde partie de la monographie des Polygalacées par le professeur Chodat et un mémoire sur les Malpighiacées par M. Chodat, faisant partie des contributions à la Flore du Paraguay éditées par M. Micheli. Ce volume est accompagné de 41 planches.

M. Henri de Saussure a rédigé le texte qui doit accompagner les planches de notre regretté collègue M. Aloïs Humbert; ce mémoire paraîtra dans la 1[re] partie du tome XXXII.

Vous avez décidé de faire distribuer le Rapport présidentiel de suite après la séance annuelle à tous les associés libres; par contre les volumes des Mémoires ne leur seront plus envoyés, à moins qu'ils n'en fassent la demande expresse.

La Société helvétique des sciences naturelles a eu sa session en septembre à Lausanne. Vous y avez délégué deux de vos membres, MM. Micheli et Sarasin.

Je suis heureux de signaler ici la part prise par des membres de notre Société dans la réception de savants étrangers. La *Commission permanente de l'Association internationale géodésique* avait en effet bien voulu choisir notre ville, comme siège de sa réunion en 1893. On sait qu'en 1879, Genève avait déjà été choisi comme siège du Congrès géodésique et que c'est notre regretté collègue le professeur Plantamour qui avait organisé la réception de ces hôtes distingués. Le Congrès a été ouvert en 1893 à l'Aula le 12 septembre. C'est notre collègue le professeur Raoul Gautier, qui, aidé par un comité formé en grande partie de membres de notre Société, a présidé à l'organisation du congrès de cette année. M. Faye, président de la Commission permanente, dans son discours d'ouverture a remercié M. R. Gautier d'avoir préparé les délibérations du congrès avec une compétence à laquelle tous les membres tenaient à rendre hommage.

Je vais maintenant essayer de vous retracer la vie et les travaux des collègues que nous avons eu la douleur de perdre en 1893.

LOUIS LOSSIER [1]

Louis Lossier est né à Genève le 24 mars 1847. Son père M. Lossier-Caumont était à la tête d'un important atelier de boîtes de montres de notre ville. Son fils, après avoir fait ses premières études au Collège fit un apprentissage de mécanicien à la Société de construction des instruments de physique et compléta ses études théoriques à Göttingue. De là, il entra comme mécanicien chez MM. Siemens et Halske, puis comme ingénieur dans les bureaux de M. Werner Siemens. Il s'installa plus tard pour son propre compte à Berlin et s'y maria.

En 1872, il revenait en Suisse, à Neuchâtel d'abord où il travailla dans la fabrique des télégraphes de M. Hipp, puis à Genève où il créa

[1] Nous avons emprunté la plus grande partie de cette notice à un article biographique paru dans le *Journal suisse d'horlogerie* (n° 9 - 1893).

un laboratoire d'essais pour les matières d'or et d'argent et ouvrit plus tard un laboratoire d'analyses chimiques.

Lossier a publié, comme chimiste analytique, plusieurs travaux importants, qui se rapportent à la période de sa vie dont nous parlons ; nous citerons en particulier ses *analyses des eaux de l'Arve et du Rhône* et celles qu'il fit *des terres du Canton de Genève* pour l'ouvrage de M. Alphonse Favre sur la géologie du Canton de Genève.

C'est à cette époque également qu'il fut nommé chimiste de l'Usine genevoise de dégrossissage d'or. Il y introduisit l'affinage des métaux précieux par l'électricité et un procédé de fusion de l'argent par le gaz brut produit dans l'usine même.

En 1882, il entra à l'Usine métallurgique de Pesay et écrivit dans le *Journal de Genève* un article sur le *contrôle des matières d'or et d'argent.*

Ses recherches sur l'électrolyse l'amenèrent à étudier son application pratique à la métallurgie. Signalons dans cette branche de son activité un travail intitulé *Calculs électrolytiques* que Lossier publia dans les *Archives* en 1884. Il imagina des procédés pour la production de l'*aluminium par l'électricité,* qu'il fit breveter en France. En même temps, il créait à Bellegarde une usine spécialement destinée à la production du cuivre pur.

Ayant liquidé son usine, il accepta en 1886 le poste très honorable qui lui était offert de *directeur de l'École d'horlogerie* à Besançon, poste qu'il occupa jusqu'en 1892.

Cette nouvelle phase de l'activité de notre collègue fait le plus grand honneur à notre patrie genevoise que Lossier représenta si dignement sur la terre étrangère. Professeur remarquable et très goûté des élèves, il mena de front la réorganisation de l'enseignement avec des travaux spéciaux sur l'horlogerie. En 1889, il recevait du syndicat des horlogers à Paris un prix pour son *Étude sur la théorie du réglage,* titre trop modeste dit M. Ernest Antoine[1], le sympathique biographe bisontin de notre col-

[1] Dans le journal *La Franche Comté,* n° du 22 février 1893.

lègue, puisque ce livre est un véritable cours théorique et pratique du réglage de précision moderne. Rappelons également, dans le même ordre de faits, ses nombreux articles publiés dans le *Journal suisse d'horlogerie* dont il fut un des principaux fondateurs et en particulier, des notices sur les pendules auxiliaires de Hipp (1878), sur la transmission de l'heure astronomique dans la Ville de Genève (1879), à l'installation de laquelle il présida.

L'activité prodigieuse que Louis Lossier déploya dans ces années d'exil, ne fut pas sans ébranler profondément sa santé. Il souffrait depuis longtemps d'une maladie de cœur, qui se compliqua au commencement de 1892, d'une attaque de paralysie, dont il ne se remit jamais complètement. Il donna sa démission de directeur de l'École d'horlogerie et rentra au pays l'année dernière, espérant trouver dans l'air natal un regain de force et de santé. Il put du moins goûter encore un repos bien mérité après une carrière si remplie, entouré des soins de sa digne compagne et de ses enfants.

Une nouvelle attaque de paralysie survenue le 28 décembre mit fin à tout espoir de rétablissement ; la mort vint l'enlever à sa famille et à ses nombreux amis le 18 février 1893.

Louis Lossier faisait partie de la Société de physique depuis 1882.

Il avait été nommé membre correspondant de la Société d'hydrologie de France en 1879 et nommé officier d'académie en qualité de directeur de l'École de Besançon, à la suite de l'Exposition de Paris.

Liste des publications de Louis Lossier.

Analyses des eaux de l'Arve et du Rhône (publié dans les *Archives des sciences physiques et naturelles, le 15 juin 1878.*)

Transmission de l'heure astronomique dans la Ville de Genève (publié dans le *Journal suisse d'horlogerie* en juillet 1879).

Expertise chimique du sol du plateau de St-Georges (publié en juin 1878).

Calculs électrolytiques (publié dans les *Archives des sciences physiques et naturelles*, en novembre 1884).

L'enseignement de l'horlogerie à Besançon (publié dans la *Revue scientifique*, le 14 février 1891).

Causeries scientifiques et agricoles (trois articles publiés dans la *Tribune de Genève*, sept. 1885).
Ce que nous buvons (deux articles publiés dans le *Journal de Genève*, août 1877).
Analyses faites sur les terres du Canton de Genève (publié dans l'ouvrage de M. Alphonse Favre, sur la *description géologique du Canton de Genève*, 1879).
Étude sur la théorie du réglage des montres (ouvrage publié en 1890).
Contrôle sur la matière d'or et d'argent (article publié dans le *Journal de Genève*, 1er déc. 1882).

ALPHONSE DE CANDOLLE [1]

Alphonse de Candolle, descendant d'une famille noble de Provence, dont une partie avait émigré à Genève à l'époque de la Réformation, est né à Paris le 27 octobre 1806. Son père, Augustin-Pyramus, âgé alors de 28 ans, venait de terminer la Flore française, qui lui valut une réputation européenne. Sa mère, née Torras, appartenait à une famille genevoise fixée à Paris ; c'était une femme d'un caractère distingué et d'une intelligence peu commune. Augustin-Pyramus fut nommé professeur de botanique et directeur du Jardin botanique à Montpellier en 1808. Son fils Alphonse fut élevé pour ainsi dire dans ce beau jardin ; la vie solitaire et indépendante qu'il y menait, contribua à développer chez lui de bonne heure le goût de l'observation et la faculté de réfléchir, comme il nous l'apprend lui-même dans ses notes autobiographiques inédites [2].

Mis en pension à Genève en 1814, chez M. Humbert, le jeune garçon suivit sans enthousiasme la filière ordinaire des études classiques ; il ne conserva comme souvenir agréable de ses études de belles-lettres, que celui du cours du professeur Prevost sur l'histoire de la philosophie « admirable enseignement, dit-il, dans lequel le professeur faisait raison- « ner chaque élève et discutait avec lui, un peu à la manière socratique. »

C'est avec bonheur qu'Alphonse de Candolle salua son entrée dans l'auditoire de philosophie (la faculté des sciences d'alors) ; « il y éprou- « vait la grande satisfaction de tourner le dos aux rêves, aux subtilités

[1] On trouvera dans la notice publiée par M. Marc Micheli, *Arch. des sc. phys. et nat.* 1893, XXX, 513, une liste détaillée des publications de A. de Candolle.

[2] Elles m'ont été prêtées obligeamment par son fils M. Casimir de Candolle.

« grammaticales et aux vieilleries pour des choses réelles, importantes, « nouvelles ou même d'avenir.»

Son père, revenu à Genève en 1816 professait la botanique à l'Académie. « Son cours, nous dit son fils, charmait tout le monde ». Pyramus de Candolle dirigeait également les élèves dans des excursions aux environs de Genève destinées à des herborisations. Son fils qui l'accompagnait, fit de si rapides progrès, qu'avant de quitter les auditoires, en 1824 il publiait déjà un petit travail intitulé : *Note sur l'agaricus tubœformis de Schœfer*[1].

En 1825, après avoir passé de brillants examens et avoir été reçu bachelier ès sciences, de Candolle entra en droit pour obéir à un désir de son père; il suivit avec intérêt les cours de Rossi et de Bellot et fut reçu docteur en droit le 5 juillet 1829, après avoir soutenu sa thèse *sur le droit de grâce*, dissertation originale, dont il avait choisi le sujet de son propre gré. Il prêta serment devant le Conseil d'État le 28 septembre de la même année pour pouvoir pratiquer comme avocat, ce qu'il ne fit qu'une fois, pour une plaidoirie d'office. Son seul client, un petit voleur, fut acquitté.

Les cours de droit ne se donnant à cette époque que pendant le semestre d'hiver, de Candolle consacra ses étés à des herborisations et à des voyages. Il partit pour Paris au mois de mai 1827 où il suivit les cours de Pouillet, de Geoffroy St-Hilaire, de Blainville, etc., et fit la connaissance d'Antoine-Laurent et d'Adrien de Jussieu. L'été 1828 fut consacré à un voyage en Angleterre où notre compatriote fit la connaissance de Robert Brown, de Bentham et de Sir W. Hooker. C'est là qu'il commença son premier travail important de botanique, la *monographie des Campanulées*[2], qui parut en 1830.

En 1831, il était nommé professeur honoraire de botanique par le Sénat académique de Genève, et fut chargé, comme tel, d'aider son père dans les herborisations avec les élèves et dans la direction du Jardin bo-

[1] *Annales des sc. nat.* 1824. Série I, vol. I, une figure.

[2] 1 vol. in-4°, 384 pages, 20 planches. — Paris 1830.

tanique, fondé par ce dernier. Cette collaboration du père et du fils était une grande satisfaction pour tous les deux. Déjà, à l'occasion d'un voyage que son père lui fit faire en 1827 à Munich et à Vienne, Alphonse de Candolle avait assisté avec lui à la première réunion des naturalistes allemands et avait pu faire la connaissance de tous les botanistes éminents de ce pays.

« De ce long voyage en tête à tête dans une chaise de poste, écrit-il « dans ses notes, je date ma connaissance réelle et intime avec mon père. « Jusqu'alors il avait été trop affairé pour causer avec moi et ma timi- « dité s'y opposait. Une grande ressemblance d'idées, d'opinions, de sen- « timents, nous a de plus en plus unis et me laisse les souvenirs les « plus émouvants. »

L'éducation scientifique d'Alphonse de Candolle fut donc presque unique au monde ; aux dons naturels d'observation et d'intuition qu'il possédait, vinrent se joindre l'initiation d'un père qui était un des premiers botanistes de son temps et des liaisons intimes avec tout ce que l'Europe comptait à cette époque de savants distingués.

En 1835, Alphonse de Candolle fut nommé professeur ordinaire de botanique à l'Académie de Genève, en remplacement de son père, dont les forces étaient épuisées, mais qu'il eut le bonheur de conserver encore jusqu'en 1841.

La période de 1835 à 1850, date à laquelle fatigué des tracasseries de l'administration radicale, il donna sa démission, fut caractérisée pour de Candolle par une activité extraordinaire dans le domaine de la botanique et de la statistique, ainsi que dans la politique, comme membre du Grand Conseil et du Conseil municipal.

Il succéda en 1841 à son père, comme éditeur du Prodromus[1]. Ce monument de famille auquel trois générations de botanistes portant le nom de Candolle ont travaillé, avait été commencé en 1824 par Augustin-Pyramus, qui en fut le seul éditeur jusqu'à sa mort. Alphonse

[1] Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis, auctore Augustino Pyramo de Candolle et (a vol. VII) editore et pro parte auctore Alph. de Candolle. 17 vol. in-8°, 1824-1873.

qui avait été son collaborateur à partir du IIIe volume, en fut le seul éditeur à partir du VIIe volume et termina en 1873 avec la collaboration de 33 botanistes de divers pays cette œuvre gigantesque qui embrasse la description des Dicotylédones du monde entier. Dans cette œuvre collective, à laquelle il associa son fils Casimir pour les derniers volumes, la part d'Alphonse de Candolle fut prépondérante : il sut conserver au Prodromus un remarquable esprit d'unité et y traita monographiquement plus de 40 familles. Sur les 13194 pages qui forment le Prodromus, 5940, soit 45 % ont été écrites par la famille de Candolle.

Les loisirs qui résultèrent pour de Candolle de sa retraite du professorat, furent bien employés pour la science. Son travail le plus important, la *Géographie botanique raisonnée* [1] dont il accumulait les matériaux depuis de longues années, vit le jour en 1855. « C'est grâce aux chicanes « de Carteret et de ses amis, dit-il dans ses notes, que je dois d'avoir « achevé ce travail en peu d'années et avant l'apparition du premier « ouvrage de Darwin, qui m'aurait obligé à le remanier et lui aurait « ôté du mérite [2].» Nous laissons à une plume plus autorisée que la nôtre le soin de faire ressortir la valeur de cet ouvrage capital du maître, nous nous bornerons ici à mettre en relief les idées générales qui s'en dégagent et qui ont fait d'Alphonse de Candolle dans une certaine mesure un précurseur de Darwin. L'auteur s'est posé la question de l'origine des espèces et a discuté longuement les diverses hypothèses destinées à l'expliquer. Son esprit prudent et réservé ne s'est pas permis de trancher un problème aussi grave, dont la géographie botanique ne pouvait d'ailleurs à elle seule donner tous les éléments. Mais, pour employer l'expression d'un de ses biographes anglais [3], la géographie botanique de de Candolle peut être considérée comme une des *pierres angulaires du principe moderne de l'évolution*. Je ne puis résister à la tentation de citer deux passages de ce beau livre, pour montrer à quel point la découverte de

[1] 2 vol. in-8°, 1365 pages et 2 cartes géographiques. Paris et Genève, 1855

[2] *Géogr. bot.* Tome II, p. 1124

[3] *W. T.* Thiselton Dyer, *Nature*, July. 20. 1893, p. 270.

Darwin était en germe dans l'esprit de notre illustre collègue. « En com-
« parant, dit-il, les formations successives, il semble que les premiers « végétaux ont été seulement des espèces d'une organisation simple, « et en petit nombre; que graduellement des espèces plus compliquées « sont venues s'ajouter et remplacer en plus grand nombre les espèces « qui périssaient. Parmi nos espèces actuelles, ce sont également les plus « simples qui paraissent les plus anciennes, d'après leur diffusion, et ce « sont les plus compliquées qui paraissent les plus récentes, d'après leur « aire restreinte. Cette concordance, par deux voies différentes, appuie « l'hypothèse d'une progression dans les êtres organisés successifs.»

Tout en étant un partisan convaincu de la fixité des espèces, l'auteur fait ressortir les modifications dont les espèces sont susceptibles par l'effet de causes intérieures inconnues et même de causes extérieures peu intenses. Il arrive par l'étude de la flore de certaines îles, à l'idée que par l'effet du temps et sous l'influence de l'isolement, ces modifications peuvent être fixées et devenir héréditaires.[1]

Quand parut le livre de Darwin sur l'origine des espèces en 1859, de Candolle adopta ses idées et devint un fervent adepte de la théorie de la sélection naturelle. Il a publié sur Darwin[2], sur l'importance de ses travaux et l'explication de son succès, un charmant opuscule, où il décrit d'une façon attachante la visite qu'il fit à ce savant illustre en 1880.

Le nombre des publications de de Candolle sur la botanique est considérable. Il commença avec son fils Casimir en 1878 une série de monographies des Phanérogames sous le nom de *Suites au Prodromus*[3] ; il rédigea lui-même la monographie des *Smilacées* dans le Ier volume; actuellement le VIIIme volume est sous presse.

Citons encore trois traités de botanique sortis de sa plume, *l'intro-*

[1] *Ibid.* tome II, p. 1098.

[2] Darwin, considéré au point de vue des causes de son succès, in-12°, 46 pages, 2me édition. — Genève 1882.

[3] Monographiæ Phanerogamarum (suites au Prodromus). Editoribus et pro parte auctoribus Alphonse et Casimir de Candolle, in-8°. Paris, Masson 1878-1883.

duction à l'étude de la botanique,[1] œuvre de sa jeunesse, la *phytographie*[2] ou l'art de décrire les végétaux sous différents points de vue et surtout *son livre sur l'origine des plantes cultivées*,[3] livre riche en informations de toute nature, qui a résolu d'une manière magistrale plusieurs questions controversées. Ce livre paru en 1883 dans la Bibliothèque internationale, a eu deux éditions et a été traduit en anglais, en allemand et en italien. Il faut y joindre environ 150 articles ou opuscules traitant de divers sujets touchant à la botanique ou à l'agriculture.

L'activité scientifique de notre collègue ne s'est pas bornée à la botanique. La statistique avait toujours été sa science de prédilection ; il savait manier avec discernement cette arme puissante, mais parfois dangereuse. Son *Histoire des savants*[4], un des livres les plus suggestifs qui ait été écrit sur les phénomènes de l'hérédité, a fait sensation par la richesse des faits qu'il contient, par la sûreté des informations et l'originalité de la méthode employée à étudier un des plus difficiles problèmes de l'anthropologie.

La base des recherches de l'auteur sur les lois de l'hérédité a été une étude statistique comparative faite sur 30 personnes appartenant à 16 familles genevoises différentes de la classe riche ou aisée, que l'auteur avait personnellement connus à l'âge adulte dans le plein épanouissement de leurs facultés et de leur caractère, et dont il avait également bien connu les 60 parents. Ces derniers étant tous des descendants directs ou par alliance de réfugiés protestants, leur ensemble représente assez bien le groupe des protestants français établis à Genève depuis deux ou trois siècles. La probité, la véracité, l'ordre dans les affaires, l'indépendance d'opinions, le bon sens, la volonté plus tenace que forte, la faculté d'observation, voilà les qualités positives principales; l'absence de sentiment musical et de goût pour les arts plastiques, l'éloignement

[1] 2 vol. in 8°.
[2] 1 vol. in-8°, 484 pages. 1880.
[3] 1 vol. in-8°. Paris 1883.
[4] *Histoire des savants depuis deux siècles*. 1re édit. 1873, 2me édit. Genève 1883.

des abstractions métaphysiques, voilà les qualités négatives, qui ressortent de la curieuse enquête faite par de Candolle.

Il a appliqué également la méthode statistique à l'étude des causes qui ont favorisé depuis deux siècles dans tous les pays l'apparition de savants éminents et a pris, comme base de son travail dans chaque pays, la liste des membres associés et correspondants des sociétés savantes de premier ordre, telles que l'Académie des sciences de Paris, la Société Royale de Londres, l'Académie royale des sciences de Berlin, etc. Ce travail si curieux et original ne peut se résumer. Nous nous contenterons de citer ici un fait intéressant pour Genève, qui ressort de la statistique d'Alphonse de Candolle. « L'histoire de la petite République de « Genève est curieuse comme démonstration des effets de l'autorité. « Pendant près de deux siècles (1535 à 1715), les principes absolus des « premiers réformateurs ont régné complètement chez les laïques et les « ecclésiastiques. L'instruction était imposée par la religion; pendant « toute cette période aucun Genevois ne s'est distingué dans les sciences. « De 1720 à 1730 le principe calviniste d'autorité vint à faiblir; l'édu-« cation et les mœurs changèrent dans un sens libéral, et depuis 1739, « date de la première élection d'un Genevois à une société étrangère « importante, celle de Londres, Genève n'a pas cessé de produire des « mathématiciens, des physiciens et des naturalistes, dans une propor-« tion remarquable pour sa faible population.[1] »

De Candolle a fait paraître en 1884 dans les *Archives des sciences physiques et naturelles* le résultat d'une enquête statistique sur *l'hérédité de la couleur des yeux* basée sur un nombre très considérable de faits. Il en ressort que dans la population mélangée de la Suisse romande, les yeux bruns sont plus fréquents, d'environ 5 %, chez les femmes que chez les hommes. En Suisse, en Belgique, en Allemagne et en Suède, les yeux bruns s'héritent plus que les yeux gris ou bleus dans les unions bicolores, surtout lorsque c'est la mère qui a les yeux bruns. Il en résulte que le

[1] *Histoire des savants,* p. 335.

type brun augmente de génération en génération dans les pays où les deux types, brun et blond, se trouvent mélangés.

Alphonse de Candolle était un ardent patriote. Nommé membre du Conseil Représentatif en 1834, il se fit remarquer par ses propositions éclairées et libérales sur la réorganisation des humbles fonctions de dizeniers (1836) et sur l'établissement des étrangers dans le canton (1837)[1]. Il publia en 1838 une étude intéressante sur les Caisses d'Épargne en Suisse[2], dont Genève avait été dotée par un de ses parents, M. de Candolle-Boissier en 1816. Après la révolution de 1841, il représenta le parti conservateur à l'Assemblée Constituante, puis au Grand Conseil et au Conseil municipal (1842). En 1843 il rédigea le rapport de la Commission sur le projet de recrutement et fit adopter par le Canton de Genève le système des timbres-poste, comme il existait déjà en Angleterre (Mémorial du 6 décembre 1843). Il fit partie du Grand Conseil jusqu'en 1848 et y remplit ses devoirs de bon citoyen dans cette période d'agitation politique. En 1851, lorsque le gouvernement d'alors expulsa la Société des Arts du musée Rath, Alphonse de Candolle qui en était membre ordinaire depuis 1836 et vice-président à cette époque, se mit sur la brèche et pendant trois mois déploya dans la lutte contre le despotisme du gouvernement radical une énergie qui sauva la Société des Arts[3]; il en fut dès lors président jusqu'en 1871.

En 1862 de Candolle rentra dans la politique et fut nommé membre de la Constituante d'abord, puis du Grand Conseil et prit une part active aux travaux de cette assemblée jusqu'en 1866. Il y mit au service du pays ses talents de statisticien en faisant abolir en 1865 l'assurance obligatoire contre l'incendie[4] et en étudiant les valeurs soumises aux

[1] *Lettre à un de MM. les Conseillers d'État, sur la question des étrangers*, in-8°. Genève 1837.

[2] *Les caisses d'Épargne de la Suisse*, in-8° 140 pages. Paris 1838.

[3] Voir *Journal de Genève* du 21 mai et du 23 mai 1851. — Lettre à M. le Président et MM. les Membres du Grand Conseil. — Genève 1842.

[4] *Documents sur la question de l'assurance immobilière contre l'incendie, telle qu'elle a été traitée dans le Grand Conseil de Genève*, in-8°. — Neuchâtel 1865 (avec un carton à la page 60).

droits de succession dans le Canton de Genève de 1819 à 1862[1]. En 1866, il fit le rapport de la Commission sur l'impôt foncier.

La tendance libérale et pratique de son patriotisme se fit jour à maintes reprises également dans le sein du Conseil municipal, par des propositions sur l'amélioration des anciens quartiers de Genève par des percements de rues[2]. Il fut un des premiers à s'occuper des *logements insalubres* et l'association qui s'y consacre aujourd'hui, l'a reconnu en le nommant son président d'honneur.

Les questions d'hygiène pratique primaient chez lui les questions de sentiment; ainsi il encouragea dernièrement à Genève la fondation d'une Société pour la crémation des cadavres.

Cette courte esquisse de la vie publique d'Alphonse de Candolle serait incomplète, si nous ne parlions pas ici de l'intérêt qu'il porta à la *Société de Lecture*, dont il rédigea les rapports annuels, comme président, à plusieurs reprises, des fréquentes communications qu'il fit à la *Société d'histoire et d'archéologie* (sur son grand-père Torras, sur Sismondi, etc.); de la part importante qu'il prit à la fondation de la *Société d'agriculture* et de *l'Association pour la culture des arbres fruitiers* en 1853.

Il nous reste à vous rappeler, Messieurs, ce que notre éminent collègue a été pour la Société de physique, dont il faisait partie depuis 65 ans[3]. Membre zélé, assidu à nos séances jusque dans les dernières années de sa vie, on peut dire de lui qu'il a été l'âme de notre vie scientifique. De Candolle a été élu président de la *Société de physique* à trois reprises, en 1861, en 1871 et en 1873. Il a assisté souvent aux réunions de la *Société helvétique des sciences naturelles*, à laquelle il était fort attaché.

La valeur scientifique de l'œuvre d'Alphonse de Candolle peut être appréciée d'une façon objective par les hautes distinctions qui lui furent

[1] *Comparaison des valeurs soumises aux droits de succession dans le Canton de Genève de 1819 à 1862*, in-8°. Genève 1863.

[2] Amélioration des anciens quartiers de Genève (*Journal de Genève* des 11 et 12 mai 1865).

[3] A. de Candolle avait été reçu membre ordinaire le 2 mai 1828.

décernées à l'étranger, soit par les gouvernements, soit par les corps savants. Nous hésitons d'autant moins à les citer, que de Candolle a employé dans son livre sur l'histoire des savants la même méthode pour juger les services rendus à la science par les différents pays. Nous n'avons pas la prétention ici de faire l'énumération complète des sociétés dont de Candolle faisait partie, énumération qui occupe 84 lignes de petit texte dans l'excellente notice publiée sur lui par H. Christ de Bâle[1]. Nous ne citerons ici que les titres principaux.

Alphonse de Candolle avait reçu le diplôme de docteur *honoris causa,* des Universités de Cambridge, d'Oxford, de Bâle, d'Heidelberg et de Bologne.

Élu membre correspondant de l'Institut de France (Académie des sciences) en 1851 à la place de Delile, il a été depuis 1874 un des huit associés étrangers de l'Académie des sciences, où il a succédé à Agassiz. Depuis la création des associés étrangers, l'Académie des sciences n'a compté que quatre botanistes, Linné, Pyramus de Candolle, Robert Brown et Alphonse de Candolle.

En 1869, de Candolle fut nommé membre étranger de la Société royale de Londres. Il fut successivement nommé membre étranger des Sociétés royales de Berlin, de Munich, de Saint-Pétersbourg, de Stockholm, de Copenhague, de Bruxelles, d'Amsterdam, de Rome, de l'Académie américaine.

En 1862, de Candolle avait reçu les insignes de la Légion d'honneur. En 1889, à l'occasion de son jubilé, la Société Linnéenne de Londres lui décerna sa médaille d'or. En 1891, il était nommé Chevalier de l'Ordre pour le *mérite* prussien (section des sciences). Ajoutons qu'il était en outre Chevalier de l'Ordre de l'Étoile polaire, Commandant de l'Ordre de la Couronne d'Italie et Commandant de l'Ordre de la Rose du Brésil.

A deux reprises, Alphonse de Candolle eut l'honneur de présider des Congrès internationaux de botanique, à Londres en 1866 où son discours

[1] Notice biographique sur Alphonse de Candolle. — *Bulletin de l'herbier Boissier*, vol. I, nº 4. 1893.

sur les liens qui doivent unir la science botanique à l'horticulture fit sensation[1], et à Paris en 1867 où il fut chargé de rédiger le recueil des lois de la nomenclature botanique qui fut adoptée presque sans modifications par le Congrès.[2]

Au milieu de tous ces honneurs, Alphonse de Candolle a toujours été ce que nous l'avons connu, le savant modeste, aux goûts simples, menant une vie laborieuse, tranquille, j'allais dire presque monotone à cause de sa régularité même. S'il est arrivé à être un des premiers savants de son temps, il l'a dû à l'ordre parfait qui régnait dans toutes ses occupations, à la conscience scrupuleuse qui était le cachet de son activité scientifique, à son travail infatigable et à une sagacité peu commune.

Ajoutons que la vie d'Alphonse de Candolle, si bien remplie à tous les points de vue, a été une vie heureuse. Il avait épousé le 19 mai 1832, Mlle Laure Kunkler, d'une famille originaire de Saint-Gall et fixée à Genève depuis le siècle dernier, dont le père avait été syndic de la République. Cette union, qui a été le bonheur de sa vie, a duré 55 ans. Mme de Candolle était l'âme des réceptions que notre collègue donnait dans sa belle campagne du Vallon où l'on rencontrait toutes les notabilités scientifiques étrangères en passage ou en séjour dans notre ville. Je me rappelle encore la grâce avec laquelle Mme de Candolle fit les honneurs du Vallon aux membres du Congrès d'hygiène, le 5 septembre 1882.

Dans les dernières années de sa vie, Alphonse de Candolle abandonna le Vallon et se fixa définitivement dans la vieille maison paternelle de la cour Saint-Pierre, où son père Pyramus avait commencé l'herbier de Candolle. Cette collection immense, qui a été continuée par son fils et son petit-fils, occupe les combles de la maison. C'est le rendez-vous depuis bien des années de botanistes de tous pays qui viennent con-

[1] *Gardener's Chronicle*, Saturday. 15 april 1893, p. 448.

[2] *Lois de la nomenclature botanique adoptée par le Congrès international, suivies d'une deuxième édition de l'introduction historique et du commentaire qui accompagnait la rédaction préparatoire présentée au Congrès*, in-8°. Genève, Bâle et Paris 1867 (Traduit en anglais et en allemand).

sulter cet herbier justement célèbre. Laissons à son sujet la parole à un botaniste de profession, M. H. Christ[1] : « Par l'ordre, par la sûreté des « déterminations, par le caractère authentique des spécimens, qui tous « ont passé par les mains et par l'examen scrutateur de botanistes « compétents, l'herbier de Candolle est, sans doute, le tout premier du « monde entier. Il fallait voir cet herbier avec de Candolle comme « guide : c'était une jouissance incomparable... Sa conversation était de « prime abord un peu froide, mais en peu d'instants elle devenait assez « vive et le visiteur était bientôt gagné par le désir sérieux du grand « savant de lui être utile... De Candolle abordait tout le monde sur le « pied de la plus parfaite égalité, il était inspiré d'une intention unique, « mais très forte : de *rendre service.* »

De Candolle a eu la joie de voir son nom perpétué par deux fils également distingués. L'un d'eux, notre collègue Casimir de Candolle, continue dignement la dynastie des savants botanistes fondée par son grand-père et vient d'être nommé, comme vous le savez, membre correspondant de la Société Linnéenne de Londres.

Alphonse de Candolle a eu une belle vieillesse; il a conservé jusqu'au dernier jour ses facultés intactes et n'a eu qu'un chagrin, c'est d'être obligé par l'âge de renoncer à son activité scientifique. L'auteur de ces lignes, qui a eu le privilège de le voir souvent dans ces dernières années, n'oubliera jamais les causeries pleines de charme, dans lesquelles il aimait à raconter ses souvenirs sur les hommes et les choses du temps passé.

La constitution d'Alphonse de Candolle qui, sans être très vigoureuse, s'était raffermie avec le temps, fut ébranlée en 1891 par une attaque d'influenza, qui se répéta en 1892. Il eut néanmoins encore le bonheur de voir réunies autour de lui au premier de l'an 1893 trois générations de ses descendants. Il fut pris vers la fin de mars d'une fluxion de poitrine, qui donna tout de suite beaucoup d'inquiétude. La

[1] H. Christ. *loc. cit.* p. 212.

faiblesse augmenta rapidement et le 4 avril Alphonse de Candolle s'éteignait sans souffrances, après avoir vu venir la mort avec la sérénité du sage.

Sa mort a été un deuil pour le pays tout entier.

JEAN-DANIEL COLLADON.

Jean-Daniel Colladon, né à Genève le 15 décembre 1802, descendait d'une ancienne famille originaire du Berry, dont le premier représentant à Genève, réfugié pour cause de religion, fut Germain Colladon-Trembley, le collaborateur de Calvin, l'auteur du code des Édits politiques et civils.

Le père de notre collègue, M. Colladon-Gille, qui avait été longtemps régent au Collège classique, s'était retiré dans sa campagne d'Avully où il s'occupait d'agronomie. C'est là que s'écoulèrent les premières années du jeune Daniel et que sa santé qui avait inspiré quelques inquiétudes dans les premières années, se fortifia par la gymnastique et la vie au grand air.

Élève du Collège de Genève, puis du pensionnat Humbert, Colladon fut l'élève, à l'Académie, de Pierre Prevost, de Pyrame de Candolle, de M. A. Pictet, de Théodore de Saussure, de Dumas et fit ensuite deux années de droit pour obtempérer au désir de son père. Il fut reçu avocat à l'âge de 21 ans en 1824.

Mais l'amour de la physique l'emporta sur le droit. Inspiré par ses professeurs Pierre Prevost et Marc-Auguste Pictet sous la direction desquels il avait fait de nombreuses expériences, il publiait en 1824 son premier mémoire (en collaboration avec M. Darier) sur l'*action du fer doux en mouvement sur l'acier trempé et les pierres dures* et en 1825 un second mémoire sur la *photométrie* qui fut couronné par la Société des sciences de Lille. Dans la même année, parurent les célèbres expériences d'Arago sur les aimants qui furent l'occasion d'un important travail

de Colladon fait en collaboration avec le Dr Jean-Louis Prevost, *sur l'action que quelques corps en mouvement exercent sur les aimants.*

L'Académie des sciences de Paris ayant proposé comme sujet de son grand prix, *la mesure de la compressibilité des liquides*, le jeune Colladon âgé alors de 23 ans à peine, conçut l'idée de concourir et s'associa dans ce but à un camarade de collège, Charles Sturm, auquel l'unissaient les liens d'une amitié fraternelle et qui s'était déjà fait remarquer par une aptitude exceptionnelle pour les mathématiques. Les deux amis partirent ensemble pour Paris, où ils furent fort bien accueillis par François Arago et furent introduits chez lui dans l'intimité de la pléiade scientifique de cette époque si brillante. Colladon y fit en particulier la connaissance d'Antoine-Marie Ampère avec lequel il publia en 1826 de nouvelles expériences électro-dynamiques sur le sujet de son premier mémoire. Le récit que Colladon nous a laissé dans son autobiographie de ses relations avec Ampère, est rempli d'anecdotes piquantes.

A l'occasion d'un autre mémoire sur *les déviations de l'aiguille aimantée sous l'influence de l'électricité statique et en particulier de l'électricité atmosphérique* que Colladon communiqua à l'Académie vers la même époque, on lit dans un journal scientifique du temps, *le Globe,* les lignes suivantes : « L'Académie a paru prendre le plus grand inté-
« rêt à la lecture de ce mémoire; l'extrême jeunesse de l'auteur et le
« danger des expériences qu'il a tentées sur la foudre, le rendaient dou-
« blement intéressant..... Les résultats qu'il a obtenus sont neufs et im-
« portants. » Il était intéressant en effet de voir déjà affirmer en 1826 par un jeune savant de vingt-quatre ans l'identité des phénomènes statiques et dynamiques de l'électricité.

Ajoutons qu'une expérience faite en 1825 à Genève par Colladon sur l'électro-dynamique, fut sur le point de le conduire à une des plus grandes découvertes du siècle, qui porte le nom de Faraday. Ne soupçonnant pas que l'induction pût être un effet seulement instantané, il avait installé son galvanomètre dans une pièce et son appareil magnéto-électrique dans une autre chambre pour prévenir toute influence directe de l'un

sur l'autre. Il approchait l'aimant de l'hélice, puis *sans se presser,* comme il l'avoue candidement, il allait voir si l'index du galvanomètre remuait. Celui-ci immobile en apparence ne se laissa arracher son secret que cinq ans plus tard.

L'été de 1826 fut consacré par Colladon et Sturm à leurs célèbres expériences *sur la vitesse de propagation du son dans l'eau*, faites à l'aide d'un dispositif ingénieux entre Rolle et Thonon. Ils continuèrent le reste de l'année à faire ensemble des expériences sur la compressibilité de divers liquides et remportèrent le grand prix de l'Académie des sciences qui leur fut délivré dans la séance annuelle du mois de juin 1827.

En 1828, Colladon publia en collaboration avec J. Fourier, le secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, une note sur la *conductibilité des corps minces pour la chaleur* et obtint en 1829 une mention honorable de l'Académie pour ses expériences sur les *roues de navigation à arbres fixes et mobiles de divers systèmes.* En 1831, il publiait un mémoire sur *l'électricité de la torpille*, qu'il était allé étudier dans le port de La Rochelle. Les lois de répartition de l'électricité dans les différentes parties du corps de l'animal trouvées par Colladon furent confirmées en 1884 par Dubois-Reymond dans un mémoire resté classique.

La réputation scientifique de Daniel Colladon était si bien établie à Paris que lors de la fondation de l'École Centrale des arts et manufactures en 1829, il fut chargé d'y faire un cours de géométrie et de mécanique rationnelle et en 1831 un cours sur les machines à vapeur. Ce cours qu'il donna jusqu'en 1839, fut un véritable événement dans l'enseignement. « Colladon, dit M. Pothier, exigea que l'on montrât aux élè-
« ves non des jouets, mais de vraies machines, qu'il empruntait à des
« amis de l'industrie. Pour ses leçons sur les pompes, il amenait une
« dizaine de modèles et les faisait fonctionner chacun pendant trois
« minutes dans des cuviers jaugés; on notait le volume d'eau élevé à
« une hauteur constante. A la leçon suivante, on démontait pistons et
« soupapes et le professeur expliquait les avantages et les inconvénients

« de chaque système. Un pareil enseignement ne s'était encore donné « nulle part. Il a fait la fortune de l'École Centrale. »

Les occupations professorales de Colladon étaient loin d'absorber toute son activité. Appelé comme expert par divers industriels, il trouve néanmoins le temps d'écrire plusieurs articles pour le Dictionnaire de l'Industrie, de faire des expériences sur l'effet utile des machines à vapeur du système Savary, de faire un projet pour alimenter d'eau la ville de Châlons-sur-Saône qui fut couronné, de construire et de lancer le premier bateau à vapeur en fer qui ait navigué sur le Rhône; il le nomma *le Papin* pour rendre hommage à la mémoire du grand inventeur méconnu.

Malgré ses brillants succès en France, Colladon, qui était resté très attaché à son pays, accepta en 1839 à Genève, où il revenait chaque année pendant les vacances, la chaire de mécanique créée pour lui à notre ancienne Académie et qu'il occupa pendant 20 ans.

Il s'était marié en 1837 avec Mlle Ador, la nièce du célèbre banquier Dassier, qui, appréciant hautement les capacités exceptionnelles de son neveu, le consulta dès lors au sujet de toutes les affaires industrielles qui lui étaient proposées et le chargea en particulier de créer la vaste et belle Usine à gaz de la Ville de Naples en 1862.

Colladon fut également le fondateur et le premier ingénieur de la Compagnie du gaz de Genève et contribua par ses conseils au développement de l'éclairage par le gaz d'un grand nombre de villes suisses.

Depuis son retour au pays, il n'y eut pas d'ailleurs d'entreprise industrielle un peu importante en Suisse, à laquelle il n'ait pas pris part ou pour laquelle ses conseils n'aient pas été demandés.

Lors de la première exposition universelle à Londres en 1851, il accepta sa nomination de commissaire fédéral, malgré d'importants travaux personnels qu'il avait commencés à Genève et prépara la participation de la Suisse ; il fonctionna aussi comme membre du Jury de l'Exposition à Londres.

Son activité scientifique en effet se continua malgré ses occupations

multiples. C'est de 1849 à 1852 que Colladon fit à l'Usine à gaz une série d'expériences sur la circulation des gaz comprimés dans les tuyaux de gros diamètre, qui devaient avoir des conséquences pratiques de la plus haute importance. Il démontra en particulier que la perte de force vive, soit la résistance nuisible dans les conduites, si l'on se servait d'air comprimé, était très inférieure à la proportion indiquée par toutes les formules de cette époque.

C'était le moment où le Gouvernement Sarde faisait étudier les moyens de percer le Fréjus ou Mont-Cenis et où le projet de transmettre la force motrice par un système de cables était en faveur. Colladon déposa le 30 décembre 1852 à Turin une demande de brevet avec mémoire à l'appui, qui démontrait la possibilité d'employer l'air comprimé pour mettre en œuvre les perforatrices et en même temps pour aérer le tunnel au point d'attaque. Il proposait également pour comprimer l'air à l'entrée du tunnel un nouveau modèle de pompe à piston solide, dont le réchauffement était prévenu par une injection continue d'eau à l'intérieur.

En définitive, c'est le système proposé par notre illustre concitoyen, qui permit, après des essais infructueux avec d'autres systèmes de mener à bien le percement du Mont-Cenis. Colladon eut le mérite de l'invention, d'autres en bénéficièrent. Du moins, la part qui lui revenait dans le succès de cette immense entreprise fut constatée officiellement par une lettre du ministre italien Sella à M. Colladon, datée du 30 novembre 1871, dont nous transcrivons les lignes suivantes :

« Le percement du Fréjus est maintenent un fait heureusement « accompli. Le Gouvernement italien ne peut faire moins que de s'em- « presser de montrer sa reconnaissance à ceux qui ont facilité cette « entreprise colossale par leur génie et par leurs études. Pour atteindre ce « but, il ne pouvait oublier les mérites que vous vous êtes acquis par « vos publications scientifiques et spécialement par celles relatives à « l'emploi de l'air comprimé pour l'excavation des galeries.»

Le ministre annonçait en même temps à Colladon que le roi d'Italie lui avait déféré le grade équestre de Commandeur de l'Ordre des Saints-Maurice et Lazare.

D'ailleurs, la belle découverte de Colladon ne fut pas perdue pour son pays natal. Nommé en 1872 par Louis Favre ingénieur-conseil de l'entreprise du tunnel du Gothard, il consacra à cette œuvre difficile ses forces et son temps avec une ardeur juvénile. La rapidité dans l'avancement dans le grand tunnel, qui seule sauva de l'abandon la ligne entière, fut due aux conseils et aux appareils de Colladon autant qu'à l'indomptable énergie de notre concitoyen Louis Favre. Les anciennes expériences de 1851 sur l'air comprimé furent vérifiées en 1879 au Gothard sur une échelle colossale par l'ingénieur Stockalper; la conduite de 0,20 de diamètre sur laquelle furent placés les manomètres, avait en effet une longueur de 4600 mètres.

Nous ne pouvons insister ici sur les nombreux perfectionnements techniques apportés par Colladon à ses premiers appareils dans les installations hydrauliques de Göschenen et d'Airolo, ni sur ses autres inventions industrielles. Nous ne faisons que mentionner ici son *dynamomètre* pour mesurer la force des machines à vapeur adoptée en 1844 à Woolwich par les Lords de l'Amirauté, sa *roue hydraulique* qui porte le nom de « roue Colladon », inventée en 1858, ses *fontaines lumineuses* dont le principe physique avait été trouvé par lui en 1841 et dont l'application a été une des attractions des Expositions de Glascow (1884), de Paris (1889) et de Chicago (1893), son nouvel *épurateur pour le gaz* (1858), ses *roues à aubes* avec palettes mobiles, qui permirent d'augmenter la vitesse des navires à vapeur, etc.

Malgré le rôle important que Colladon joua dans l'industrie, il resta toujours et avant tout un savant, un physicien expérimentateur. L'électricité qui avait été l'objet de ses premières amours, fut toujours pour lui sa science de prédilection. Il s'est beaucoup occupé de *la foudre et de ses effets,* ainsi que de la *théorie de la grêle*. Nous trouvons dans la liste de ses travaux une douzaine de mémoires ou de notes sur l'électricité atmosphérique, échelonnés de 1872 à 1891; la plupart d'entre eux ont été présentés à notre Société de physique, dont Colladon était membre depuis 1824. En lisant ces mémoires qui sont plein d'attrait, on retrouve

toujours les deux qualités maîtresses de notre collègue, un rare talent d'observation qui l'aurait classé au siècle dernier parmi les curieux de la nature, l'esprit pratique qui cherche les applications utiles à l'humanité; ainsi dans son travail sur les effets de la foudre publié en 1872 dans les Mémoires de notre Société, Colladon déduit de ses nombreuses observations que les peupliers sont d'excellents paratonnerres naturels, à la condition que l'on relie le bas du tronc moins conducteur que le faîte, avec le sol humide par un bon fil de fer.

Les publications et les travaux de Colladon firent de lui une notabilité scientifique européenne. Le 8 mai 1876, il fut nommé membre correspondant de l'Institut (Académie des sciences, section de mécanique.) En 1878 il fut appelé à faire partie du Comité français du tunnel sous la Manche. Il fut nommé également Officier de la Légion d'honneur.

Le prix Fourneyron lui fut décerné en 1885 par l'Académie des sciences, pour ses inventions concernant le percement des tunnels du Mont-Cenis et du Gothard. Cette marque spontanée d'estime, qui lui fut donnée par ses collègues de l'Institut, sans qu'il eût fait aucune démarche pour concourir, lui fut particulièrement sensible.

Plusieurs autres Sociétés savantes tinrent à honneur de compter Colladon parmi leurs membres ; nous citerons en particulier l'Académie Royale des sciences de Turin, la Société météorologique de Londres, la Société allemande de météorologie, la Société géologique de Vienne, la Société Impériale de Saint-Pétersbourg.

Daniel Colladon a fait partie à diverses reprises de nos Conseils. Élu deux fois membre du Conseil Représentatif, trois fois du Grand Conseil, six fois du Conseil Municipal, il a fait partie du Conseil Administratif de la Ville de Genève de 1845 à 1846.

Colladon était un travailleur infatigable. Sa robuste santé lui permettait de traiter durement son corps; il pouvait veiller des nuits entières et ne se laissait arrêter par rien, quand il poursuivait une idée ou était absorbé par ses calculs.

Cette activité intellectuelle remarquable ne se ralentit point, même à

un âge où d'autres se reposent de leurs travaux. Dans les dix dernières années de sa vie, il n'a pas publié moins de 25 notes ou mémoires sur divers sujets. Sa dernière publication, écrite sur la demande de sa famille, fut son autobiographie[1] à laquelle nous avons fait de nombreux emprunts pour cette notice.

Nous nous rappelons encore avoir vu en 1890, ce vieillard si alerte malgré ses 88 ans, sur le pont de la Machine, passant sa journée à étudier la trombe d'eau horizontale connue sous le nom de *serpent d'eau* qui s'était formée à l'ouverture des barrages du Rhône. Il publia à ce sujet une note qui rendait compte de ce curieux phénomène.

Ce fut seulement dans la dernière année de sa vie, que Colladon se vit obligé par la faiblesse organique de ralentir cette activité prodigieuse qui lui avait permis de faire de si grandes choses. Daniel Colladon s'est éteint sans souffrances, entouré de ses enfants et de ses petits-enfants, le 30 juin 1893, dans sa 91e année.

Daniel Colladon ne fut pas seulement un savant distingué et un ingénieur de premier ordre, mais encore un caractère fortement trempé, sévère pour lui-même et inépuisable de bonté pour tous les travailleurs qui recouraient à ses lumières, un patriote zélé et un chrétien convaincu.

RODOLPHE WOLFF[2].

Le 6 décembre dernier, la Suisse a fait encore une perte sensible dans la personne de *Rodolphe Wolff*, directeur de l'Observatoire de Zurich, mort à l'âge de 77 ans après une courte maladie. Wolff appartenait à une ancienne famille zurichoise qui depuis 300 ans a fourni à la patrie une série d'hommes distingués.

[1] J.-Daniel Colladon. Souvenirs et mémoires. Genève 1893. Suivis de la liste complète de ses publications.

[2] Je dois la notice suivante sur la vie et les travaux de notre compatriote le professeur Wolff à l'obligeance et à la plume compétente de M. le prof. Raoul Gautier.

Wolff naquit en 1816 à Fällanden près de Zurich; il montra de bonne heure des aptitudes spéciales pour les mathématiques et fut initié à l'astronomie par notre célèbre compatriote J.-C. Horner; il compléta ses études à Vienne, auprès de Littrow. De retour dans son pays, Wolff ne trouva pas à travailler dans le domaine de sa science de prédilection et commença la carrière de l'enseignement en 1838, comme maître de physique et de mathématique, à l'école réale de la ville de Berne. En 1847, il obtint la direction du petit Observatoire de Berne, et y commença, à l'aide d'instruments plus que médiocres, ses patientes recherches sur les *taches du soleil*, qu'il a poursuivies jusqu'à sa mort. Les découvertes qu'il fit en 1852, indépendamment et en même temps que Sabine et Alfred Gautier, de la relation curieuse qui existe entre les périodes des taches solaires et celles des phénomènes magnétiques terrestres, fit connaître son nom dans le monde astronomique et lui valut le titre de professeur de mathématique à l'Université de Berne. En 1855, il fut rappelé à Zurich comme professeur d'astronomie, à l'École polytechnique fédérale, nouvellement fondée et en 1846 il fut placé à la tête du nouvel Observatoire dont il avait du reste surveillé la construction et l'installation. C'est là qu'il a vécu pendant près de 30 ans, poursuivant sans relâche ses travaux multiples, aimé et vénéré de tous ceux qui ont eu le privilège de l'approcher.

L'activité de Wolff a été considérable. Comme astronome il est surtout connu par ses travaux sur les taches solaires qui ont paru dans les *Astronomische Mittheilungen*, qu'il publiait au fur et à mesure avec beaucoup d'autres notes. Les *Archives des sciences physiques et naturelles* ont donné il y a deux ans (novembre et décembre 1891) un résumé de ces études, dus à la plume de M. A. Wolfer, collaborateur de Wolff.

Wolff était naturellement porté par ses goûts du côté des études historiques et peu de savants ont connu, comme lui, l'histoire de leur science. Durant de longues années, il a rassemblé des matériaux, et en 1877 il publiait son *Histoire de l'Astronomie*, un chef-d'œuvre de clarté, de concision et de développement méthodique. Tout récemment, il

venait de terminer la publication d'un autre ouvrage, son *Manuel d'Astronomie* en deux volumes où se manifestent encore plus son immense érudition et son talent tout spécial d'exposer très clairement un maximum de faits et d'idées et un minimum de phrases et de mots. Ce manuel est le couronnement de sa carrière littéraire et c'est un ouvrage scientifique et bibliographique de haute valeur. Signalons encore parmi les nombreuses publications de Wolff, son *Manuel de poche*, mathématique et astronomique, qui a servi à tant de générations d'étudiants et qui va paraître en 6e édition. L'infatigable professeur de Zurich terminait ce travail au moment où il a été surpris par la maladie.

Très patriote, Wolff s'intéressait à toutes les œuvres scientifiques suisses, et il était un membre zélé de la Société helvétique des sciences naturelles. Il fut appelé par elle à présider depuis 1862 la Commission géodésique suisse, et s'il a contribué un peu moins aux travaux pratiques que ses collègues, MM. Hirsch et Plantamour, il en a dirigé les travaux avec une rare compétence. Il a fourni comme introduction aux publications de la Commission, une *Histoire des mesures géodésiques en Suisse,* qui est un document historique de grand intérêt. Placé à la tête de la commission météorologique suisse, il en a organisé le service, dirigé les travaux et surveillé les publications avec le soin qu'il apportait à toutes les questions dont il s'occupait.

Wolff était membre honoraire de la Société de physique depuis 1861. Il était en relations suivies avec Alfred Gautier, et a correspondu activement avec lui et avec ses trois successeurs à la direction de l'Observatoire de Genève, auxquels il a eu l'occasion de rendre bien des services. A la mort de Plantamour, il avait été nommé à sa place en 1883, membre correspondant de l'Académie des sciences de Paris.

JOHN TYNDALL[1]

John Tyndall est né en 1820 dans le comté de Carlow en Irlande. Sa famille était originaire du Gloucestershire et il se plaisait à compter parmi ses ancêtres William Tyndale le célèbre réformateur et traducteur de la Bible. A l'âge de 19 ans, Tyndall savait assez de mathématiques pour être employé à la triangulation officielle (Ordnance survey). En 1844, il entrait au service d'une Compagnie de chemins de fer en qualité d'ingénieur; mais il consacrait ses loisirs à l'étude de questions de science abstraite. Trois ans plus tard, sentant sa vocation, il débutait dans l'enseignement dans un collège du Hampshire, où il fit la connaissance du Dr Frankland qui l'accompagna en 1848 à l'Université de Marbourg. Dans cette ville, ainsi qu'à Berlin, Tyndall se livra pendant plusieurs années à l'étude approfondie des sciences physiques sous la direction de Bunsen et d'autres savants illustres. En 1850 il rentrait en Angleterre, se liant avec Faraday et obtenait sur la recommandation de celui-ci, la chaire de philosophie nouvelle à la *Royal Institution*. Plus tard il succéda à son bienfaiteur comme directeur du laboratoire de cette fondation à laquelle il est toujours resté fidèle et où il donnait régulièrement des cours sur les différentes branches de la science.

C'est surtout par ses qualités extraordinaires de conférencier et d'expérimentateur que Tyndall acquit la grande popularité dont il jouissait en Angleterre. Il possédait, au plus haut degré, le talent de mettre les questions les plus abstraites à la portée de son auditoire plutôt mondain. Le cours qu'il a publié sous le titre de « Heat as a mode of motion » est un exposé admirable des théories modernes de la chaleur. Mais Tyndall n'était pas seulement un vulgarisateur hors ligne, il a fait, en s'inspirant des découvertes de Melloni, des recherches originales sur la diathermancie des gaz et des vapeurs. Il s'est aussi occupé de la transmission

[1] Je dois à l'obligeance de M. Augustin de Candolle la notice suivante sur le professeur Tyndall de Londres.

du son à travers l'atmosphère et des effets du brouillard sur cette transmission.

Rappelons l'hypothèse par laquelle il expliquait la coloration bleue de l'eau et de l'atmosphère. Selon lui, cette teinte ne serait pas une propriété inhérente à l'eau, ni à l'air. Elle serait due à la présence de particules infiniment ténues dont l'effet serait de diffuser la lumière du soleil; Tyndall prétendait le prouver par l'expérience. Par un dispositif fort ingénieux, il a cherché à démontrer que les poussières atmosphériques ne sont autre chose que des particules organiques très fines. C'est surtout par ses recherches sur la glace et les glaciers qu'il s'est fait connaître dans notre pays. En hiver, dans son laboratoire à Londres, il poursuivait ses expériences notamment sur la plasticité de la glace sous pression. Chaque été il venait passer quelques mois à Bel-Alp dans le chalet qu'il s'était fait construire pour pouvoir observer plus à l'aise les mouvements et autres phénomènes des glaciers.

En dehors des sciences physiques, Tyndall s'intéressait notamment aux questions de philosophie religieuse et il a été un des apôtres les plus éloquents du positivisme en Angleterre. Il possédait un esprit élevé et large et il eut toujours le courage de ses opinions.

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ

Astronomie, Météorologie, Physique terrestre.

M. le prof. RAOUL GAUTIER a donné quelques détails sur la *température du mois de janvier* 1893 à Genève, qui a été en moyenne de — 3°,91; depuis 1826, il n'y a eu que cinq mois de janvier à température moyenne plus basse; le plus froid a été celui de 1830, avec — 6°,13.

M. RAOUL GAUTIER communique quelques chiffres relatifs à la *période anomale de sécheresse*, que nous avons traversée du 18 mars à la fin

d'avril 1893. Le mois d'avril est le plus sec que l'on ait constaté à Genève depuis l'origine des observations scientifiques, et en même temps celui dont la nébulosité a été la plus faible; le minimum de 0,22 n'avait encore jamais été atteint, ni approché.

M. Raoul Gautier nous a communiqué les résultats d'un *nouveau nivellement de précision* reliant la Pierre à Niton à l'Observatoire. Il résulte de ce travail exécuté par MM. Autran et Hilfiker que les doutes élevés quant à la stabilité du repère de la Pierre à Niton qui sert à toutes les altitudes suisses, paraissent complètement dénués de fondement.

M. Victor Fatio rend compte d'un *curieux phénomène d'optique* observé par M. Folie à Zermatt en août 1892 et qu'il a eu l'occasion d'observer lui-même plusieurs fois dans le Jura, comme dans les Alpes, lorsque placé encore dans l'ombre, il voyait la crête d'une colline broussailleuse s'illuminer par les rayons du soleil levant. Le faîte paraissait alors comme bordé d'une large frange lumineuse, dans laquelle voltigeaient une foule d'insectes argentés et démesurément agrandis. Ce phénomène d'optique déjà bien décrit par Necker à Genève (Philosophical magazine) n'est en somme avec quelques modifications dépendant du milieu et sur une grande échelle, que le pendant de l'éclairage des poussières, dans un rayon de soleil isolé pour un spectateur dans l'ombre. C'est d'ailleurs l'explication qu'en a déjà donnée Babinet. On ne peut admettre avec M. Folie qu'il s'agisse ici d'une lumière réfléchie par les glaciers.

M. Penard a étudié en grand détail les *formes nombreuses de la cristallisation de la neige.* Ses observations ont été faites dans le courant de l'hiver dernier à Moscou. Tous les cristaux peuvent rentrer dans quatre types différents, l'hexagone régulier, l'étoile simple, l'étoile composée et le prisme hexagonal, avec un grand nombre de formes de transition. De belles planches dessinées par l'auteur ont permis de se rendre compte de ces nombreuses variétés.

M. l'ingénieur Delebecque nous a communiqué des recherches qu'il

a entreprises sur la *composition des eaux du Rhône* à son entrée dans le Léman et de la *Dranse* au Chablais[1].

Le même savant a continué ses *études topographiques et physiques sur les lacs* de la région française qui nous avoisine. Il a exploré cette année *le lac du Mont-Cenis*[2] où il a constaté une température profonde (à 31 m.) remarquablement élevée (9°,8) et les principaux *lacs du massif de Belledonne*, remarquables par leur faible teneur en matières dissoutes, ce que M. Delebecque explique par leur situation au milieu de schistes amphiboliques et de gabbros peu solubles.

M. DELEBECQUE nous a communiqué également quelques observations sur les *températures anormales du lac de la Girotte*[3] et sur la composition des eaux de ce lac.

M. P. VAN BERCHEM a mesuré la *température du lac de Genève* à diverses profondeurs et à différentes époques, mais toujours à la même heure du jour et au même endroit (dans le petit lac entre Tougues et Céligny). Il a constaté que la courbe de réchauffement des eaux en 1891 n'est pas régulièrement ascendante, et est interrompue par un refroidissement marqué dû à la prédominance du vent du sud, qui d'après l'idée de M. Forel doit refroidir le petit lac en charriant les eaux de surface et en les remplaçant par des eaux profondes froides. Le phénomène inverse a été observé pendant la période de refroidissement sous l'influence du vent du nord.

M. le prof. Émile CHAIX nous a exposé le résultat de ses études sur *le désert* de *Platet*, dont les nombreuses crevasses ne peuvent s'expliquer toutes par l'action dissolvante de l'eau.

M. CHAIX a dressé également la carte du lac de *Flaine*, intéressant par le fait qu'en été il ne présente ni affluent, ni émissaire visible. L'eau lui arrive d'en haut par une grotte verticale et s'écoule par des entonnoirs. Le lac actuel n'est qu'une petite relique de l'ancien.

[1] *C. R. de l'Ac. des sc.*, 2 janvier 1894.

[2] Voir note détaillée dans les *Archives*, t. XXX, 1893, p 666.

[3] *C. R. de l'Ac. des sc.*, 27 mars 1893.

M. le prof. Paul Chaix nous a rendu compte d'un *sondage fait à Wheeling* (Virginie occidentale) qui, aux dernières nouvelles, avait atteint 4500 pieds de profondeur et a donné jusqu'à présent une progression de la température plus lente que dans les anciens sondages, soit 2°,10 Fahrenheit par 100 pieds.

M. P. Chaix nous a entretenus également d'un ouvrage de M. Dickson sur les *conditions physiques des eaux de la Manche.*

M. le prof. Paul Chaix nous a rendu compte de l'ouvrage de M. R. Gautier intitulé : *Exposé historique des travaux de la commission géodésique suisse.*

Mathématiques et Physique.

M. le prof. Cailler a signalé certains cas relatifs à l'*induction électrostatique des sphères*, où la solution se présente sous une forme particulièrement simple.

Dans une autre communication M. Cailler nous a fait connaître deux *propriétés géométriques curieuses du mouvement planétaire.*

Enfin le même professeur nous a communiqué quelques considérations sur une *équation aux dérivées partielles* qu'un groupe de transformations linéaires effectuées sur l'une des variables ramène à elle-même. Ce résultat est intéressant par les analogies qu'il présente avec les autres théories.

M. le prof. Ch. Galopin nous a lu un travail sur les *modifications d'un son fourni par un corps en mouvement rapide* par rapport à un observateur placé à une certaine distance[1].

M. Charles Borel nous a communiqué de curieuses observations relatives à des *phénomènes d'hystérésis dans les diélectriques*, qu'il a étudiés à l'aide de divers dispositifs fort ingénieux.

M. Borel nous a fait connaître également les résultats d'un travail considérable dans lequel il a déterminé les *constantes diélectriques* principales pour plusieurs substances cristallisées ortho- et clino-rhom-

[1] *Arch. sc. phys.*, 1893, XXX, p. 520.

biques. Nous renvoyons pour les conclusions aux mémoires originaux qui ont paru dans les *Archives*[1].

M. Ch.-Eugène GUYE communique les résultats d'une série d'expériences que M. Graizier, directeur de la Station d'éclairage électrique à Genève, a bien voulu lui soumettre. Ces expériences sont relatives à la *chute de potentiel* observée dans un câble concentrique, employé comparativement avec les courants continus et les courants alternatifs. Le calcul montre qu'il faut chercher l'explication des résultats souvent inattendus auxquels conduisent ces expériences, dans la différence de phase des deux sinusoïdes représentant à chaque instant la différence de potentiel aux extrémités du câble et l'intensité du courant.

M. le prof. A. RILLIET a présenté en collaboration avec M. CHAVAN les résultats de *mesures de coefficients d'induction* pour divers modèles de bobines employées pour la transmission téléphonique.

M. le prof. C. SORET revient sur la question *de la conductibilité de la chaleur dans les cristaux*[2] qu'il a déjà exposée antérieurement, pour nous décrire un nouveau procédé qu'il a imaginé pour reconnaître expérimentalement d'après une déformation des courbes isothermes, si les coefficients dits *rotationnels* ont une valeur différente de zéro.

M. Ch.-Eugène GUYE entretient la Société d'un développement qu'il a apporté à la méthode des moyennes distances géométriques, donnée par Maxwell pour le *calcul des coefficients d'induction.* En se plaçant à un point de vue tout à fait général, il a été conduit à établir deux formules qu'il a déjà vérifiées expérimentalement sur un câble à lumière de 4 kilomètres de long. La méthode pourra être appliquée également avec avantage dans d'autres cas particuliers, dont M. Guye se réserve de faire une étude spéciale.

M. BIRKELAND, maître de conférences à l'Université de Christiania, nous a fait une communication relative à quelques applications de la *théorie de Poynting sur le mouvement de l'énergie dans l'espace.* Cette étude

[1] *Ibid.*, 1893, XXX, p. 131, 219, 327, 422.
[2] *Ibid.* p. 355.

a conduit M. Birkeland à une conception particulière du phénomène de la réflexion des ondes électriques à l'extrémité du fil conducteur le long duquel elles se propagent et à une explication des anomalies observées par MM. Sarasin et de la Rive dans la position des nœuds au voisinage de cette extrémité.

Dans le but de contrôler cette théorie, MM. Sarasin et Birkeland ont repris une étude expérimentale détaillée de l'état du champ dans la région qui entoure l'extrémité du fil et en modifiant un peu l'idée primitive sont arrivés à une interprétation assez simple et plausible de l'ensemble des phénomènes.

MM. De la Rive et Sarasin ont continué leurs recherches sur les *ondulations électriques*[1]. Les résultats nouveaux qu'il nous ont communiqués, établissent nettement l'influence que les dimensions de l'excitateur exercent sur la grandeur de l'étincelle dans le secondaire, et indiquent l'existence d'un véritable unisson entre les deux circuits.

M. P. van Berchem nous a exposé des recherches analogues faites en collaboration avec M. Al. Le Royer à l'aide de *courants alternatifs de haute tension* circulant dans des bobines d'induction spécialement construites. L'unisson se produit quand les longueurs des induits sont à peu près en raison inverse des racines carrées des capacités des condensateurs primaires.

M. Ed. Sarasin a présenté à la Société de la part de M. Ed. Guillaume l'ouvrage qu'il vient de publier dans l'Encyclopédie scientifique des aides-mémoires sous le titre d'*unités et étalons* et un mémoire manuscrit sur l'*énergie vibratoire.*

M. Ed. Sarasin nous a rendu compte d'un livre que vient de publier M. le professeur Kahlbaum à Bâle en collaboration avec *M. Schröter* sur la tension des vapeurs. L'auteur y accumule un nombre considérable de matériaux expérimentaux en vue d'établir la valeur relative des deux méthodes statique et dynamique pour la mesure de la tension des vapeurs.

[1] *Arch. sc. phys.*, 1893, p. 358 et 441 (quatre planches).

Chimie.

M. Amé Pictet a réalisé, en collaboration avec M. H. Barbier, une nouvelle synthèse de la pyridine. Il se forme une certaine quantité de cette base lorsqu'on chauffe à 120°-150° un mélange d'une partie de formamide avec deux parties d'aldéhyde acétique.

M. le professeur Philippe-A. Guye a continué ses recherches de stéréochimie. Dans le travail qu'il nous a présenté, il a constaté que les dérivés acétylé, propionylé et butyrylé de l'acide malique ordinaire sont lévogyres comme l'acide générateur, ce qui est conforme aux prévisions que l'on peut tirer de la notion du produit d'asymétrie. En outre il a préparé, pour le soumettre à des essais de dédoublement, un nouvel acide bromodiméthyléxanoïque. Enfin il a commencé, en collaboration avec M. Fayollat, l'étude polarimétrique des dérivés monobutyrylé et monobenzoylé de l'éther tartrique droit.

M. le professeur Ph.-A. Guye nous a exposé les propriétés de la fonction par laquelle on doit exprimer le *produit d'asymétrie* dans les corps organiques actifs. Les conclusions auxquelles l'auteur a été conduit par la théorie, paraissent confirmées par les résultats expérimentaux obtenus jusqu'ici.

M. Guye nous a également entretenus de ses recherches relatives à la *formule donnée par van der Waals* pour la *tension des vapeurs*, et à l'influence que la complexité des molécules exerce sur la constante qui entre dans cette formule.

M. Maurice Gautier nous a rendu compte des recherches qu'il a entreprises en collaboration avec M. le prof. Guye sur *la superposition des effets optiques de plusieurs carbones asymétriques dans une même molécule.* Les effets optiques propres à chaque carbone asymétrique s'ajoutent algébriquement; ainsi l'oxyde d'amyle contenant un radical amyle actif et un radical racémisé donne une déviation de moitié moins forte que l'oxyde d'amyle formé par deux radicaux actifs. Pour les valérates

d'amyle, le composé formé de deux radicaux amyle et valéryle actifs, donne un effet optique égal à la somme de ceux produits par les deux valérates d'amyle, formés l'un du valéryle actif et de l'amyle racémisé, l'autre du valéryle racémisé et de l'amyle actif.

Géologie. Pétrographie.

M. le prof. L. **Duparc** a continué en collaboration avec M. le Dr L. **Mrazec** ses recherches sur la pétrographie du Mont-Blanc.

Dans un premier travail[1] ces auteurs ont démontré que les *schistes cristallins* du Mont-Blanc sont des micaschistes acidifiés et transformés à des degrés divers par injection éruptive dans le massif. Suivant le mode d'injection, ces messieurs ont distingué des schistes granulitisés, protoginisés, des faux gneiss et protogines-gneiss, et des schistes lenticulaires.

Dans une autre communication sur les *amphibolites, éclogites et serpentines du versant nord du Mont-Blanc*[2], MM. Duparc et Mrazec ont constaté que les roches cristallines basiques de cette partie du massif sont principalement des amphibolites variées intercalées en bancs ou lentilles dans les schistes cristallins. Des analyses et des coupes microscopiques ont permis de reconnaître de nombreuses variétés d'amphibolites dues à des filons de granulite qui les pénètrent, les disloquent et les modifient. Les éclogites intercalées dans les amphibolites se rencontrent dans le voisinage du Trient et sous l'Aiguille du Greppon. La serpentine se trouve dans le haut du glacier des Bossons et sur le glacier des Bois.

MM. **Duparc** et **Mrazec** nous ont communiqué une étude pétrographique de quelques *échantillons de roches* provenant de la partie roumaine des *Carpathes* du sud qui leur ont été envoyés par M. Stéphanesco. Ils y ont trouvé plusieurs pegmatites; un orthophyre à grands microlithes

[1] *Arch. sc. phys.*, 1893, p. 74.
[2] *Ibid.* p. 197.

d'orthose et de biotite avec cristaux d'amphibole, puis un schiste très curieux qui montre des agrégats sphérolithiques de chloritoïde.

M. Duparc nous a entretenus de la composition des *bombes volcaniques de l'Etna,* qui avaient été déjà l'objet d'un premier travail fait avec M. Mrazec[1].

M. Albert Brun nous a annoncé que l'*hyperstène* venait d'être trouvée pour la première fois en Suisse au-dessus du glacier d'Arolla, et nous a présenté un échantillon de *protogine* du *Mont-l'Évêque*, près du Cervin, qui forme l'intermédiaire entre la protogine du Mont-Blanc et celle du Saint-Gothard.

M. le prof. Gosse nous a signalé un nouveau gisement de *fossiles végétaux* trouvés déjà par Alph. Favre au petit Salève. Ce gisement est situé dans des agglomérations d'argile nummulitique près de l'entrée du Viaison dans l'Arve.

M. Duparc a fait en collaboration avec M. Ritter une étude approfondie de la formation *quaternaire d'éboulis* bréchiforme qui recouvre le flanc NW du Salève entre la Grande Gorge et Aiguebelle. Dans les carrières de Veyrier où on peut l'étudier facilement, on constate que la base de cette brèche se moule sur tous les ridements du sol sous-jacent. Elle est formée pétrographiquement de blocs et de cailloux appartenant aux divers étages du crétacé du Salève, qui proviennent de l'abrasion directe des falaises escarpées de la montagne. Ces blocs et ces cailloux ont été recimentés par incrustation et réunis les uns aux autres par des formations stalactiformes. Le ciment est formé par une boue jaunâtre provenant des couches marneuses du crétacé inférieur.

Botanique.

M. John Briquet nous a exposé ses recherches sur *l'anatomie de l'appareil végétatif dans le genre Leonurus* et en prenant comme point de départ l'analyse détaillée de la structure du Leonurus cardiaca. L. Le

[1] *Ibid.* p. 256.

pétiole présente une anomalie de structure, signalée pour la première fois dans la famille des Labiées, qui consiste en ce que les faisceaux libéro-ligneux du pétiole finissent par être entièrement fermés, quand ils pénètrent dans le limbe.

M. C. DE CANDOLLE a étudié les *Pipéracées du Paraguay*, récoltées par feu Balansa et a constaté qu'elles appartiennent toutes à des espèces ou des groupes d'espèces faisant partie de la flore du Brésil. Sur les seize espèces étudiées, quatre étaient nouvelles et ont été figurées.

M. le professeur CHODAT nous a communiqué le résultat de ses recherches sur le *tégument séminal chez les Polygalacées*, faites en collaboration avec Mlle A. RODRIGUE. Il en résulte que la structure du tégument conserve des caractères constants qui correspondent aux grands groupes de la famille, tandis que l'arille présente des différences considérables dans son développement d'un petit groupe à l'autre (Orthopolygala Chod. et ses sous-sections) et que les semences varient excessivement dans leur forme et leur apparence extérieure dans les différentes sections naturelles des Polygalacées. Un grand nombre de semences ont été examinées ; le développement a été même suivi pour plusieurs espèces à partir de l'ovule non fécondé.[1]

M. CHODAT nous a rendu compte d'un travail du professeur STRASSBURGER sur le *rôle du pollen et les phénomènes intimes de la fécondation*.

M. CHODAT a étudié avec une autre de ses élèves Mme BALICKA la famille des *Trémandracées* (Australie). Il nous expose les caractères génériques principaux que cette étude lui a permis de reconnaître. Ce sont pour les anthères l'absence de cellules fibreuses, qui sont remplacées par des scléréides qui atteignent leur plus beau développement dans *Tetratheca affinis ;* pour l'épiderme dont la partie extérieure ordinairement fort épaisse fonctionne comme tissu aquifère, une subdivision inégale de la face supérieure de ses cellules par une cloison mince, cellulosique et extensible ; une formation spéciale de stomates

[1] *Bulletin de l'herbier Boissier, 1893.* p. 513-516, 571-583.

avec anneau cutinisé épais qui immobilise leur partie supérieure et lumen très réduit; les poils sont unicellulaires, à lumen ordinairement oblitéré.

M. Briquet nous a communiqué la découverte qu'il a faite de *trachéides* dans le bois d'un représentant de la famille des Labiées, le *Ballota fructescens* des Alpes maritimes, qui lui a été remis par M. Émile Burnat.

M. C. de Candolle, en étudiant le *développement des fleurs mâles de Juglans, Corylus et Saururus*[1], a constaté que chez ces plantes, la fleur mâle résulte d'un accroissement secondaire des tissus de la bractée elle-même, de sorte que ces deux organes proviennent d'une seule et même protubérance primitive, formée sur le point végétatif de l'inflorescence.

M. Briquet, en étudiant *les méthodes statistiques exactes applicables aux recherches de floristique*[2], est arrivé à trouver que les graphiques quadrillés de Hoffmann constituent le meilleur moyen de représenter d'une façon approximative l'aire des espèces dans une contrée. Lorsqu'on dispose de peu d'espace, on peut leur substituer avantageusement les formules de dispersion, qui ne sont que la traduction linéaire des graphiques d'Hoffmann. On peut arriver ainsi à calculer le degré de fréquence d'une espèce en divisant le nombre de carrés du graphique où l'espèce est signalée, par la somme des carrés du pays. Pour les recherches de détail, M. Briquet a adopté et proposé l'emploi de carrés de 100 kilomètres.

M. Briquet a étudié la structure du *collenchyme dans le pétiole des Petasites*. Contrairement à son prédécesseur, M. Carl Müller, M. Briquet a constaté dans le tissu en question toutes les propriétés optiques de la cellulose.

M. Briquet nous a entretenus également des *fonctions des microptères et des macroptères* chez les Légumineuses.

M. Chodat rend compte des observations qu'il a faites avec la collabo-

[1] *Bull. Herb. Boissier*, 1893, p. 123-127.
[2] *Ibid.* 1893, p. 133-158.

ration de M. Malinesco *sur le polymorphisme de certaines Protococcoïdes.* Ayant établi des cultures pures d'une algue arrondie et unicellulaire dans les milieux les plus divers, ces auteurs ont pu constater après plusieurs mois que le *Dactylococcus infusionum* peut produire toutes les formes décrites par les auteurs, tels que Nägeli, Artari et en outre des formes qui sont en tous points identiques au *Scenedesmus.* Le dactylococcus donne en outre naissance par une espèce de germination à une forme qui n'est autre que le *Raphidium minutum.*

Dans une communication ultérieure, M. Chodat a exposé de nouvelles recherches sur le *polymorphisme des raphidium*, qu'il a observé après culture pure d'une année soit dans le liquide de Nägeli, soit dans l'eau de Vichy (Célestins). Les individus se divisent d'abord à la façon d'un Dactylococcus et divergent ensuite en étoiles. Ils peuvent s'allonger extrêmement et ressemblent alors aux algues que Lagenheim a trouvées sur les neiges de l'Équateur[1].

M. de Candolle nous a rendu compte d'un *mémoire de Nägeli* sur un empoisonnement des algues de *Spirogira* par des dissolutions extrêmement étendues, sorte d'intoxication homœopathique qu'il appelle oligodynamique.

M. de Candolle nous a fait la démonstration d'un *appareil de son invention* destiné à démontrer mécaniquement *la loi de phyllotaxie,* en vertu de laquelle les spires secondaires des divers ordres correspondant à un même angle de divergence des feuilles, peuvent être rendues plus ou moins apparentes par l'écart longitudinal des feuilles, sans produire aucun déplacement transversal sur l'axe qui les porte.

M. le professeur Brun a trouvé une vingtaine d'espèces fossiles nouvelles de Diatomées *dans les dépôts diatomifères de l'Auvergne* dont MM. Peregallo et Héribaud ont publié une étude récente. Ces espèces nouvelles ont été dessinées dans trois planches phototypées de cette publication[2].

[1] *Bull. Herb. Boissier,* Genève, 1893, p. 184-190.

[2] *Diatomées d'Auvergne* par le Frère Héribaud, avec la collaboration de MM. Peregallo et J. Brun. Paris 1893.

M. M. Micheli nous a entretenus de l'Exposition horticole de Gand qu'il a visitée et y signale plusieurs espèces nouvelles, entre autres le *Saint-Paulia ionantha* (Wendland), une Cyrtandracée de la région alpine du Kilimandjaro, très voisine de la Ramondia des Pyrénées.

M. Micheli a remarqué dans sa campagne la durée prolongée au delà de trois semaines de la fleur de l'Iris Vartani (Foster) originaire de la Palestine septentrionale. Ce fait exceptionnel chez les Iris tient peut-être aux nécessités de la fécondation. La fleur très petite et terne attire moins les insectes que celle des espèces voisines qui sont au contraire très brillantes et se fanent très vite.

Zoologie, Physiologie, Médecine.

M. V. Fatio nous a signalé quelques *exemplaires d'espèces rares ou nouvelles pour la faune suisse* qu'il a trouvés dans une visite qu'il vient de faire aux musées de St-Gall, Zurich, Coire et Thonon. Il cite en particulier deux beaux exemplaires du *Falco Sacer* (Schlegel), un mâle et une femelle de *Loxia bifasciata* (Brehm), un *Tringa melanotos* (Vieillet), deux outardes (*Hubara ondulata* et *Macquenii*), deux belettes (*Mustela vulgaris*) sous la livrée blanche qui a valu à l'espèce le nom de *M. Nivalis* (Linné) dans le nord, et qui ont été capturées à Fex dans la Haute-Engadine.

M. Frey-Gessner nous a rendu compte des travaux de la Société entomologique suisse et nous communique ses tables analytiques pour servir à la détermination des insectes trouvés en Suisse.

M. Frey-Gessner nous a présenté la collection qui lui a servi pour son travail sur les *chrysides suisses*[1].

M. M. Bedot nous a montré des photographies de *mammifères fossiles* montés dernièrement dans les galeries du musée. Ces fossiles proviennent de M. Roth à la Plata. Ce sont pour la plupart des Édentés dont les formes atteignent des dimensions considérables.

[1] *Bull. de la Soc. Entomol. suisse*, 1893.

M. le prof. Dr PREVOST nous a fait un rapide exposé d'une étude pharmacologique et toxicologique sur *la créosote* en *combinaison oléique*[1] (*oléocréosote* de Diehl), qui lui a permis de conclure à une tolérance gastrique plus grande et une toxicité beaucoup moindre de ce produit que pour la créosote pure ou dissoute dans l'huile. Quelques expériences ont démontré que l'oléocréosote se dédouble, soit par injection gastrique, soit par injection sous la peau, en phénols qui sont éliminés par les urines.

M. le Dr Paul BINET nous a exposé ses *recherches sur l'élimination de quelques substances médicamenteuses dans l'air expiré*[2]. Il a constaté que l'élimination pulmonaire pour diverses substances telles que l'hydrogène sulfuré, l'alcool, l'aldéhyde, l'acétone, l'essence de térébenthine, est très faible, qu'elle est même nulle pour d'autres telles que l'iode, la créosote, le gaïacol, à moins, pour ces deux dernières, d'employer des doses très élevées et toxiques. Ce fait doit tenir surtout aux transformations que ces corps subissent à travers l'organisme.

M. le Dr MARCET a continué ses recherches sur la respiration. Il nous a entretenus cette année de l'effet de la *marche sur les échanges gazeux respiratoires*, en faisant le dosage de l'oxygène absorbé et l'acide carbonique expiré à trois moments divers, à l'état de repos complet, pendant la marche, enfin pendant le repos pris de suite après 16 à 18 minutes de marche. La quantité d'acide carbonique expiré est notablement plus forte pendant la troisième période que pendant la seconde, ce qui s'expliquerait suivant notre collègue par le fait qu'il y a absorption d'acide carbonique dans le sang pendant la marche et restitution de l'acide carbonique absorbé pendant le repos après l'exercice. M. Marcet démontre qu'on ne peut admettre l'hypothèse de Speck qui attribue cet excès d'acide carbonique à ce que la respiration est forcée pendant un certain temps après l'exercice.

M. le prof. SCHIFF nous a présenté des *photographies de cylindres-*

[1] *Rev. méd. de la Suisse Rom.*, 1893, p. 102.
[2] *Ibid.*, 1893, p. 333 et 397.

axes de nerfs séparés depuis plusieurs mois du centre. Les coupes sont transversales et ont été faites sur des nerfs durcis à l'acide chromique. Elles démontrent d'une façon palpable que le cylindre-axe se conserve dans le bout périphérique, même après plusieurs mois.

M. Schiff nous a communiqué le résultat de ses recherches *sur les oscillations* que présente l'aiguille d'un galvanomètre apériodique pendant le passage d'un courant galvanique à travers des conducteurs poreux imbibés d'un électrolyte, et entre autres dans le muscle frais qu'on peut regarder comme tel. Ces oscillations sont dues à une polarisation interne et se traduisent par une série de dentelures sur la courbe de contraction musculaire pendant la fermeture. Elles sont moins marquées après l'ouverture du courant. Dubois avait du reste déjà observé qu'à l'ouverture il y a un courant inverse au courant primitif. Les contractions idio-musculaires échappent seules à cette règle.

RAPPORT

DU

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

POUR

L'ANNÉE 1894

PAR

M. le Professeur Ch. SORET

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

La Société de physique a tenu en 1894 ses dix-huit séances réglementaires, au courant desquelles plus de soixante travaux originaux lui ont été communiqués. A côté de cette vie scientifique très active, elle a eu à s'occuper d'un assez grand nombre de questions d'ordre administratif. C'est de celles-ci que, suivant l'usage, je vous entretiendrai en premier lieu.

Nous avons profité de la nécessité de réimprimer nos statuts pour y introduire quelques modifications qui avaient été votées dans le courant des années précédentes et pour en décider de nouvelles. Parmi ces der-

nières, la plus importante est l'inscription de la Société de physique au Registre du Commerce. La tâche de votre Comité s'est trouvée singulièrement facilitée par l'extrême obligeance de M. le notaire Cherbuliez et de notre collègue M. Louis Pictet, qui ont bien voulu revoir cette partie de nos statuts pour la mettre en concordance avec la loi, et nous diriger dans toutes les formalités que nous avions à remplir. Je suis heureux d'avoir ici l'occasion de leur exprimer notre sincère reconnaissance. Ce nouvel état de choses, qui donne à notre Société la personnalité civile, n'apportera du reste aucune modification dans nos usages. Chaque fois que la composition du Bureau de la Société sera changée, le ou les membres nouvellement élus devront simplement donner leur signature au bureau du Registre du Commerce.

Les articles concernant nos finances ont été réunis, et mis dans un ordre plus satisfaisant. La contribution annuelle des Associés libres a été fixée une fois pour toutes à 20 francs. La somme exigée pour la libération des contributions a été portée à 400 francs.

La surveillance des cartes de convocation a été remise au secrétaire des séances.

L'article relatif aux communications scientifiques a été modifié ; depuis quelques années beaucoup de membres avaient pris l'habitude d'attendre d'être interpellés nominativement par le président, au *tour des rapports,* pour présenter des travaux étendus et importants ; il en résultait un certain désordre dans nos séances, personne ne pouvait savoir d'avance quels sujets seraient traités, et toute possibilité était enlevée au président de régler au mieux des intérêts de tous la marche et la durée de nos réunions. D'après le nouveau règlement, les communications originales sont exclues du tour des rapports ; l'usage a paru s'établir sans difficulté de les annoncer et de fixer ainsi l'ordre du jour au commencement de la séance.

Le règlement relatif à nos publications a été rendu notablement plus précis et plus complet. Il a été décidé que les communications insérées au *Bulletin* ne devaient pas occuper plus de trois pages au maximum.

Il n'est peut-être pas inutile d'insister ici sur le fait que le Bulletin est destiné à fixer officiellement et publiquement la date des travaux qui nous sont présentés, mais non à en faciliter une publication fragmentaire et écourtée qui ne serait dans les intérêts ni des auteurs ni du public. Les journaux spéciaux ne rendent pas toujours compte des bulletins du genre du nôtre; le Catalogue de la Société royale les omet le plus souvent. Les auteurs feront donc bien de se borner à *prendre date* dans notre Bulletin sous une forme extrêmement abrégée, pour cela les trois pages accordées par le règlement sont plus que suffisantes; et de réserver tous les détails de leurs travaux pour des publications *in extenso* faites par exemple dans nos *Mémoires* ou dans le texte des *Archives*.

Dans votre séance du 16 janvier 1894, vous avez élu M. le professeur Raoul Gautier comme vice-président, pour devenir président en 1895, et M. le Dr Wartmann comme trésorier. Après l'adoption du nouveau règlement, le Bureau a été confirmé dans ses fonctions par l'assemblée générale du 5 juillet.

MM. Édouard Sarasin et Albert Brun ont été nommés membres du Comité de publication en remplacement de MM. Fatio et Perrot.

Trois associés libres ont été nommés membres ordinaires, Mlle *Catherine Schépiloff*, M. *Paul Galopin* et M. *David Sulzer;* tandis que quatre nouveaux associés libres, MM. *Georges Frutiger, Aloys Naville, Alfred Preudhomme de Borre* et *Étienne Ritter*, venaient se joindre à nous. Vous avez en outre envoyé le diplôme de membre honoraire à MM. *N. Pringsheim* à Berlin, *J.-D. Hooker* à Londres, *K. Birkeland* à Christiania, *C.-E. Guillaume* à Paris, *J. Amsler-Laffon* à Schaffhouse, et *W.-H. Ramsay* à Londres.

Nous avons eu le chagrin de perdre un membre ordinaire, M. *Charles de Marignac;* cinq membres honoraires, MM. *H. Hertz*, *A. Kundt, L. de Coulon, H. de Helmholtz*, et *N. Pringsheim,* qui était des nôtres depuis si peu de temps; enfin un associé libre, M. *Louis Lullin,* qui, bien que son activité s'exerçât principalement dans un champ différent du nôtre, nous était néanmoins resté fidèle depuis plus de trente ans.

Le prix de Candolle doit, suivant le règlement, être décerné cette année. Le concours a été ouvert en janvier 1894 pour être fermé le 15 janvier 1895.

Vous avez décidé de prendre part à l'Exposition nationale suisse qui aura lieu à Genève en 1896, et de donner à l'exposition de la Société de physique un certain développement dans le sens historique.

La première partie du tome XXXII des *Mémoires* est presque complètement imprimée. Elle comprend, outre les Rapports présidentiels pour 1893 et 1894, les Planches de Myriapodes d'Aloys Humbert avec texte de M. H. de Saussure, un mémoire de M. de Loriol sur les Échinodermes de l'île Maurice, un mémoire de M. de Candolle sur les Pipéracées, faisant partie des Contributions à la flore du Paraguay de M. Micheli, un mémoire de MM. Duparc et Ritter sur le Carbonifère de la première zone alpine, et un mémoire de M. Gustave Cellérier sur les Théorèmes généraux de la thermodynamique.

Je dois encore vous rappeler ici le don généreux de 300 francs que la famille de Ch. de Marignac nous a fait en souvenir de notre regretté collègue.

La Faculté de Médecine de notre Université a célébré le cinquantième anniversaire du doctorat de M. le professeur M. Schiff par une séance publique tenue à l'Aula le 24 janvier 1894. La Société de physique a été heureuse de se joindre à cette manifestation, et une lettre de félicitations a été adressée en son nom à l'illustre jubilaire.

Une fête analogue a eu lieu à Paris, le 15 février, sous les auspices de la Société française de minéralogie, pour remettre à M. Des Cloizeaux un médaillon, offert par ses élèves, ses confrères et ses admirateurs. Nous avons également saisi cette occasion d'adresser au grand minéralogiste français, membre honoraire de notre Société depuis 1859, les félicitations et les bons vœux de ses amis et de ses élèves genevois.

La réunion annuelle de la Société helvétique des sciences naturelles a eu lieu à Schaffhouse du 29 juillet au 1er août; vous y avez délégué MM. Éd. Sarasin et Ch. Soret.

Parmi les autres réunions scientifiques de cette année, nous devons mentionner la session extraordinaire tenue à Genève les 5 et 6 août par la Société botanique de France et la Société botanique suisse. Un comité, dans lequel figuraient plusieurs de nos collègues, s'est formé sous la présidence de M. Chodat et a organisé avec le plus grand succès la réception des savants botanistes. Vous avez délégué M. Chodat pour représenter la Société de physique à cette réunion.

Rappelons encore le Congrès géologique international tenu à Zurich du 25 août au 2 septembre. Les participants à l'une des courses qui ont précédé le Congrès avaient leur rendez-vous à Genève, où ils ont passé quelques heures en compagnie des géologues genevois, et où un banquet leur a été offert par la Ville.

Vous savez, Messieurs, que notre Société est maintenant propriétaire du sismographe qui est installé à l'Observatoire, et je vous demande la permission de consigner ici brièvement ce qui concerne cet instrument.

En 1880, au milieu de la période d'activité sismique extraordinaire que traversait alors notre pays, la Société auxiliaire, sur la proposition de L. Soret et de E. Plantamour, avait chargé M. le prof. Thury d'étudier la construction d'un sismographe capable d'enregistrer l'heure des secousses, l'inclinaison momentanée du sol et les trois composantes rectangulaires de son mouvement. La Société auxiliaire se chargea des frais d'étude et de construction et il fut convenu que l'appareil, une fois achevé, serait donné à la Société de physique pour être installé à l'Observatoire, et pour y être surveillé par les adjoints attachés à l'établissement.

Le projet de M. Thury fut discuté de concert avec lui par une commission composée de MM. Ch. Cellérier et Ch. Soret, auxquels fut adjoint plus tard M. le professeur Hagenbach, de Bâle. L'un des mouvements du sismographe fut construit et soumis à une série d'essais méthodiques sur un sol mobile artificiel. L'on enregistrait simultanément le mouvement du sismographe par rapport au sol mobile sur lequel il était placé,

et le mouvement de celui-ci par rapport au sol naturel fixe. La comparaison donna des résultats très satisfaisants.

Ces études, retardées d'ailleurs par la maladie et la mort de E. Plantamour, avaient pris du temps. La construction ne fut décidée qu'en mars 1885; un arrêté du Conseil d'État, en date du 9 octobre 1885, autorisa l'installation du sismographe sur le terrain de l'Observatoire, dans un petit bâtiment qui devait être construit dans ce but, et qui resterait la propriété de la Société de physique et d'histoire naturelle. Ce petit bâtiment fut en effet construit et meublé par les soins de la Société auxiliaire. Les plans du sismographe, ainsi que les résultats des études préliminaires, furent communiqués par M. Thury à la session de 1886 de la Société helvétique des sciences naturelles.

Malheureusement des difficultés techniques très sérieuses se présentèrent dans l'établissement du mouvement d'horlogerie, et exigèrent de nouveaux subsides de la Société auxiliaire. Ce ne fut qu'en juin 1890 que M. Rilliet put enfin annoncer au Comité que le sismographe était parvenu à une marche régulière. Une convention fut passée avec M. Pidoux, astronome adjoint, qui se chargea de la surveillance de l'instrument, et en décembre 1892 la Société auxiliaire en fit définitivement remise à la Société de physique, en y ajoutant la somme nécessaire à son entretien pendant l'année 1893. Bien que l'on ait renoncé provisoirement à établir le mouvement vertical, la Société auxiliaire a dépensé, tant pour l'étude que pour la construction et l'entretien du sismographe et de sa maisonnette, une somme totale de 9290 fr. 45. Il convenait de rappeler ici avec reconnaissance la ténacité et la générosité exceptionnelles dont cette Société a fait preuve pour vaincre des difficultés sans cesse renaissantes pendant plus de dix années.

Nous croyons l'instrument capable de rendre de grands services; il a été visité par plusieurs sismologues étrangers, qui ont paru y prendre un vif intérêt. Mais, en raison du repos sismique absolu dont nous jouissons depuis longtemps, aucune observation véritable n'a pu encore être faite.

Depuis 1894, les frais sont à notre charge; nous y avons pourvu provisoirement à l'aide des souscriptions volontaires de quelques-uns d'entre nous. C'est là un moyen précaire de cheminer, et votre Comité aura à examiner si, dans les circonstances actuelles, il ne convient pas d'arrêter le sismographe, en se bornant à le maintenir en bon état et prêt à fonctionner. Nous renoncerions ainsi pour le moment à l'indication de l'heure des secousses qui pourraient survenir, mais nous obtiendrions néanmoins des données précieuses sur la manière dont l'instrument se comporterait. Le sismographe, resté en parfait état, pourrait toujours être remis en marche si les circonstances redevenaient favorables à ce genre d'observations.

Jetons maintenant un coup d'œil sur l'activité scientifique de notre Société.

Mathématiques.

M. le prof. Cailler a présenté quelques remarques sur le développement en fraction continue d'une fonction analogue aux fonctions cylindriques et comprenant ces dernières comme cas particulier.

M. Alex. Le Royer nous a montré un dispositif mécanique ingénieux pour la résolution des équations du second degré.

M. L. de la Rive nous a fait part d'une démonstration très directe du principe de cinématique qui, appliqué au pendule de Foucault, conduit à la loi du sinus de la latitude.

M. de la Rive a encore fait une communication sur l'oscillation d'un pendule suspendu par un fil élastique. Quand on fait osciller le pendule dans un plan, les différences de tension s'accusent par un allongement et un raccourcissement successifs du fil. On voit le poids s'élever vers le milieu de la trajectoire et s'abaisser aux deux extrémités. Quand on donne au pendule une oscillation elliptique, on remarque que la trajectoire tend rapidement à devenir circulaire.

Enfin M. de la Rive a reproduit devant la Société l'expérience de

M. Marcel Deprez, dans laquelle une petite masse, décrivant une circonférence sous l'action d'un ressort, est portée par un disque suspendu à un fil par son centre. Ce disque reçoit, en vertu du principe des aires, un mouvement de rotation en sens inverse, ce qui prouve que des forces internes peuvent donner lieu à une rotation autour du centre de gravité.

Météorologie, Physique et Chimie.

M. Émile Chaix a communiqué diverses considérations sur la théorie des brises de montagne. Il se demande en particulier si la théorie donnée par Hann tient compte autant qu'il est nécessaire de l'action thermique du terrain et des couches de base sur lesquelles le rayonnement du sol exerce un effet prépondérant. De nouvelles observations faites dans des localités favorables lui sembleraient utiles pour élucider cette question.

M. le prof. R. Gautier a donné quelques indications sur la bise exceptionnellement forte du 30 septembre au 2 octobre dernier. La vitesse moyenne dans les 24 heures a atteint 12 mètres à la seconde; la vitesse maximum a été de 23 mètres. Ces vitesses, données par l'enregistreur Richard, sont d'ailleurs probablement trop faibles.

M. Gustave Cellérier a présenté un mémoire sur les théorèmes généraux de la thermodynamique et leur application aux corps élastiques. Le but de ce travail est d'établir ces théorèmes et quelques-unes de leurs conséquences d'une manière absolument générale et rationnelle, sans rien spécifier sur le nombre des variables indépendantes.

M. Paul Galopin a exposé ses recherches, faites à Berlin dans le laboratoire de M. Raoul Pictet, sur les phénomènes thermiques qui accompagnent la compression des liquides. Le cas le plus curieux a été celui de l'eau qui, prise entre 0° et 4°, c'est-à-dire à une température où la dilatation est négative, n'en a pas moins donné une élévation de température par la compression. Ce fait s'explique par l'abaissement que la compression fait en même temps subir à la température du maximum de densité.

M. le prof. Phil.-A. Guye nous a entretenus des variations que subissent avec la température diverses propriétés physiques, telles que la chaleur latente de vaporisation, les tensions de vapeur et les densités, chez les liquides susceptibles de se dépolymériser sous l'action de la chaleur.

Dans une seconde communication, M. Guye a rendu compte de ses recherches sur les variations du pouvoir rotatoire en fonction de la température. Ces variations sont beaucoup plus fortes dans les corps où une dépolymérisation se produit.

M. F.-L. Perrot nous a communiqué un travail fait en vue de vérifier dans quelle mesure la règle des mélanges ou loi de Wœstyn est applicable aux chaleurs spécifiques des dissolutions ne renfermant ni eau ni fonctions hydroxylées. Les déterminations des chaleurs spécifiques ont été faites par la méthode de Marignac et ont porté sur des solutions de monobromure de naphtalène, de paradibromobenzène, de chlorure d'éthyle perchloré, et de naphtalène dans le toluène, ainsi que de monoiodobenzène dans l'aniline.

M. le Dr W. Louguinine, de Moscou, nous a communiqué les résultats de ses recherches sur les chaleurs latentes de vaporisation des alcools gras saturés. Il a obtenu des résultats très précis avec un appareil n'exigeant que de faibles quantités des liquides à vaporiser. Il a trouvé que la loi de Trouton, d'après laquelle le produit du poids moléculaire par la chaleur latente divisé par la température absolue aurait une valeur constante, se vérifie bien dans le cas des alcools qu'il a étudiés. Dans d'autres groupes cette quantité prend des valeurs différentes, mais constantes dans chaque groupe.

M. Nils Strindberg a présenté, par l'intermédiaire de M. Sarasin, un travail sur la résonance multiple des ondulations électriques. En opérant avec divers résonateurs de période et d'amortissements différents, il a reconnu que si l'amortissement du résonateur est faible la valeur de l'internœud est indépendante du primaire et varie avec le résonateur, même si le primaire reste invariable. C'est ce que MM. de la Rive et Sarasin avaient observé. Mais si l'amortissement du résonateur est

augmenté, le phénomène se complique et l'internœud dépend à la fois du primaire et du secondaire. Il tend à ne dépendre que du primaire si l'amortissement du résonateur est très grand. Ces résultats sont conformes à la théorie de M. Bjerknes.

MM. Sarasin et Birkeland ont continué leurs recherches sur la réflexion des ondes électriques au bout d'un fil conducteur. Cette fois le fil aboutissait au milieu d'une plaque circulaire dont on a fait varier le diamètre. Dans les petites plaques la réflexion paraît s'opérer de la même manière que lorsque le bout du fil est libre, les tubes électriques paraissent tourner autour des plaques et l'on peut observer un retrait des nœuds correspondant à ce trajet supplémentaire. Un maximum d'effet électrique a été trouvé derrière la plaque, dans le voisinage immédiat de son centre, où doivent en effet converger les tubes qui la contournent. Avec des plaques plus grandes on voit se produire à la surface métallique une réflexion réelle de plus en plus marquée, qui finit par masquer l'onde contournant la plaque.

MM. Le Royer et van Berchem nous ont communiqué leurs recherches sur la mesure de la longueur d'onde d'un primaire hertzien dans l'air par le changement de résistance électrique de limailles métalliques (phénomène de Branly). Un tube à limaille ne paraît pas posséder de longueur d'onde qui lui soit propre, et donne des internœuds différents avec des primaires différents. Ce procédé échappe donc aux objections que soulève l'emploi des résonateurs proprement dits.

M. Kr. Birkeland nous a parlé de ses recherches sur l'aimantation produite par les courants hertziens. Ces recherches ont porté non pas sur du fer, dans lequel, par suite de la conductibilité, une aimantation alternative aussi rapide ne peut pénétrer à une profondeur appréciable, mais dans un milieu artificiel, à la fois magnétique et isolant, obtenu par un mélange de paraffine, de fer pulvérulent et de silice.

M. Ch.-Eug. Guye a fait une communication sur l'influence des armatures de fer sur les phénomènes d'induction dans les câbles. L'auteur donne une formule très simple et suffisamment approchée pour le calcul du coefficient de self-induction.

M. Albert BRUN nous a communiqué un procédé très ingénieux, et qui paraît très pratique, pour la détermination de l'indice de réfraction des cristaux en fragments microscopiques. Si l'on examine au microscope une particule d'un corps transparent baignée dans un liquide, et qu'après la mise au point exacte on élève le tube du microscope, l'objet apparaîtra avec un centre brillant si son indice est plus grand que celui du liquide et avec un centre obscur si son indice est plus petit. On opère ainsi avec une série de liquides convenablement choisis, et l'on peut arriver à estimer sans ambiguïté la troisième décimale de l'indice.

M. le prof. Ch. SORET a exposé quelques nouvelles observations qui tendent à confirmer la non-existence ou au moins la très faible valeur des coefficients rotationnels de conductibilité thermique dans les cristaux.

M. T. LULLIN a décrit quelques expériences relatives au brisement d'une goutte d'eau sur une surface plane. Suivant la nature de la surface et la hauteur de chute, la goutte prend des formes différentes que l'auteur est parvenu à fixer et dont il nous a montré des projections.

M. LE ROYER a montré une photographie instantanée, faite à l'éclair de magnésium, présentant le curieux phénomène d'une image double d'un même objet.

M. le prof. GOSSE nous a montré des photographies obtenues à l'éclair magnésique dans l'intérieur d'une chambre, et offrant des particularités curieuses et difficiles à expliquer.

M. KAMMERMANN a présenté, par l'intermédiaire de M. R. Gautier, des photographies d'objets terrestres éloignés obtenues au moyen du grand équatorial Plantamour.

M. Ch. MARGOT nous a montré la curieuse propriété qu'il a découverte chez l'aluminium d'adhérer au verre par simple frottement. Des phénomènes analogues ont lieu avec le magnésium, le cadmium et le zinc, mais pas avec les autres métaux. L'adhérence se manifeste également sur le quartz, l'émeraude, le corindon, la topaze, mais pas sur le diamant.

Dans une autre communication, M. MARGOT nous a présenté divers alliages d'étain ou de plomb avec de petites quantités de zinc, de magnésium ou d'aluminium, qui ont la propriété d'adhérer au verre à chaud, et qui se prêtent avantageusement à l'étamage et à la soudure du verre et de l'aluminium.

MM. C.-Ed. GUILLAUME et VOGT, de Paris, nous ont fait connaître, par l'intermédiaire de M. Sarasin, quelques idées relatives à l'explication des phénomènes d'adhérence étudiés par M. Margot. Ils attribuent ces phénomènes à l'oxydation de l'aluminium et à une rayure du verre par l'alumine formée.

Géologie.

M. le prof. L. DUPARC et M. Ét. RITTER ont communiqué les résultats d'une étude sur la nature pétrographique du carbonifère de la zone du Mont-Blanc.

MM. DUPARC et RITTER ont aussi spécialement étudié la structure et la composition pétrographique des éclogites et des amphibolites du massif du Grand-Mont en Tarentaise, qui forment, les premières un gisement lenticulaire près du lac Tempête, les secondes des traînes orientées du nord au sud sur les deux flancs du mont de Chamborcier.

M. Étienne RITTER a rendu compte de ses recherches sur la terminaison du massif du Mont-Blanc au sud et de la chaîne de Belledonne au nord.

M. DUPARC nous a rendu compte d'une course géologique qu'il a faite avec M. le prof. KILIAN, de Grenoble, dans les montagnes de la Grande-Chartreuse.

M. DUPARC a aussi étudié avec M. KILIAN les alluvions de la Durance et leur constitution pétrographique.

MM. DUPARC et MRAZEC nous ont parlé de la pétrographie et de la stratigraphie du mont Chétif et de la montagne de la Saxe, ainsi que de leurs recherches sur le versant italien du Mont-Blanc.

MM. Duparc et J. Vallot nous ont fait une communication sur la constitution pétrographique de la partie centrale du massif du Mont-Blanc, d'après les échantillons récoltés par M. Vallot aux Grands-Mulets, aux Petits-Mulets, au Dôme du Goûter, au Grand-Plateau et en d'autres points.

MM. Duparc et Delebecque ont présenté une communication sur le prolongement supposé de la chaîne de Belledonne; sur un espace assez considérable ce prolongement s'enfoncerait sous les terrains sédimentaires pour réapparaître localement dans le flysch du plateau des Gets, où l'on voit percer en plusieurs points des roches éruptives, gabbros, serpentines, porphyrites et granulites très semblables ou identiques à celles de Belledonne.

M. Charles Sarasin a fait une communication sur quelques Ammonites plates de l'aptien, parmi lesquelles il a été conduit à distinguer deux groupes ayant pour types l'un l'*Ammonites nisus* (d'Orb.), et l'autre l'*Ammonites bicurvatus* (Michelin).

M. Ch. Sarasin a présenté un mémoire sur l'origine des roches exotiques du flysch. L'étude stratigraphique et pétrographique des diverses zones parallèles qui forment la bordure éocène des Alpes l'a conduit à supposer qu'au début de l'époque éocène la région des Préalpes était occupée par une série de bras de mer parallèles entre eux et à la direction générale des chaînes alpines, et séparés plus ou moins complètement par des rangées d'îles jurassiques. Dans ces bassins intérieurs se seraient déposés la brèche des Ormonts et du Niesen à éléments provenant du versant nord de la zone du Mont-Blanc et les conglomérats de la Mocausa formés surtout aux dépens des îles et barrières calcaires qui abondaient dans la région. Plus tard, vers la fin de l'époque du flysch, un soulèvement considérable aurait fait émerger non seulement toutes les Alpes de notre région, mais aussi une grande partie des Préalpes, et sur le continent ainsi formé se seraient établis de grands courants et probablement des glaciers, dont l'origine était aux environs des granites de Baveno et de Predazzo et des porphyres de Lugano.

M. Albert Brun a présenté une carte géologique du gabbro à olivine d'Arolla, et a donné quelques détails nouveaux sur la constitution de cette roche.

M. le prof. Gosse a donné des détails sur les sources qui se trouvent dans l'Ile. Il y existe quatre sources qui, d'après les analyses de M. Brun, présentent dans leur composition des différences notables; elles viennent sourdre dans une faille de l'argile glaciaire, au-dessous de graviers qu'elles ont entourés d'une incrustation tufeuse. M. Gosse a montré quelques objets découverts dans les fouilles. Ces objets appartiennent à des époques différentes et ont dû être réunis là à la fin de l'époque gauloise par un fondeur établi dans cette localité.

M. Delebecque a présenté diverses considérations sur la variation de la composition de l'eau des lacs suivant la profondeur et suivant la saison.

M. Delebecque a fait une communication sur les omblières d'Yvoire, où le fond du lac présente en un certain nombre de points des parties de moraine dénudées et non recouvertes de vase. M. Forel attribue ce phénomène à l'action des vagues et rejette l'hypothèse de sources sous-lacustres. M. Delebecque donne un certain nombre de raisons qui lui paraissent au contraire favorables à cette dernière hypothèse.

M. Delebecque a fait une communication sur l'âge des alluvions anciennes du bois de la Bâtie, de Bougy et de la Dranse. D'après M. Delebecque, cette formation serait antérieure à l'origine du lac, celui-ci aurait été creusé dans cette alluvion.

M. le prof. Paul Chaix nous a fait un intéressant rapport sur la formation d'un lac dans l'Himalaya par suite d'un éboulement survenu en 1869 dans la vallée de la Bireh, et sur les catastrophes analogues à celle de Saint-Gervais qui en ont été la conséquence.

Botanique.

M. le prof. CHODAT et M. le Dr HUBER ont rendu compte d'un travail sur le développement des *Pediastrum*. Ils ont observé que l'on pouvait, par des cultures appropriées et avec des concentrations différentes, transformer artificiellement une reproduction par zoospores en une reproduction purement végétative par toutes les transitions voulues; les *Pediastrum* ont à la fois ces deux modes de reproduction et paraissent ainsi constituer un intermédiaire entre les Hydrodyctiées et les Scénédesmées.

Dans une communication subséquente, MM. CHODAT et J. HUBER ont étendu leurs études à tout le système des algues vertes inférieures. M. Chodat s'est spécialement occupé des Protococcoïdées, et M. Huber des Chétophorées.

M. CHODAT a communiqué ses nouvelles recherches sur les *Raphidium*. Il a reconnu que leur multiplication se fait par division du protoplasme à l'intérieur de la cellule-mère sans cloisonnement correspondant visible; il a suivi les produits de division après leur mise en liberté, et a étudié les relations que ce mode de reproduction établit entre les Raphidium et les autres genres voisins.

MM. CHODAT et BOUBIER nous ont présenté une note sur l'anatomie de la famille des Rapatéacées.

M. CHODAT a fait des observations sur diverses algues des environs de Genève. Il a décrit quelques espèces nouvelles et étudié la reproduction mal connue jusqu'ici de l'*Eremosphæra viridis*.

M. CHODAT a étudié à nouveau le contenu cellulaire de certaines Cyanophycées et notamment du *Chroococcus turgidus*. Il résulte de ces recherches que . 1° le corps central résulte d'une vacuolisation ou d'un émulsionnement de la région centrale moins dense, comme dans tous les protoplastes; 2° que le stroma du réseau central est le plus souvent tout

aussi coloré que le protoplasme périphérique. Il n'y a donc pas lieu de distinguer de chromatophore.

M. Briquet a présenté, au nom de M. W. Barbey, le premier volume du *Bulletin de l'Herbier Boissier,* paru en douze fascicules mensuels dans le courant de l'année 1893. Cette publication est essentiellement vouée aux travaux de botanique systématique, sans exclure cependant les autres branches de la botanique. Elle fournit aux savants suisses un moyen de grouper des recherches qui allaient jusqu'ici enrichir les revues des pays voisins et s'y éparpiller.

M. C. de Candolle a entretenu la Société d'un nouveau genre *Entandrophragma* qu'il vient de créer dans la famille des Méliacées, et qui diffère des genres voisins par le fait que l'androcée y est, comme l'ovaire qu'il entoure, partagé dans sa région inférieure par des cloisons correspondant aux bras des phyllomes staminaux.

M. le prof. Muller nous a rendu compte brièvement de son travail sur les lichens de la Nouvelle-Zélande; il a résumé toutes les publications faites jusqu'à ce jour sur les lichens de cette région, et a régularisé tous les noms en établissant une classification parfaitement uniforme des genres et des tribus.

M. Muller nous a encore communiqué les résultats de l'examen qu'il a fait d'un envoi de lichens de Costa-Rica. Sur 264 espèces et variétés représentées, il en a trouvé 22 °/₀ de nouvelles.

M. Muller a également examiné une collection de lichens de l'Afrique tropicale allemande. Il a observé, en particulier, que la distribution géographique des lichens n'est pas analogue à celle des Phanérogames, et semble dépendre surtout de l'action des vents.

Mlle Rodrigue nous a résumé un mémoire étendu sur la structure des organes sensibles chez les Légumineuses et les Oxalidées; elle y étudie l'influence exercée sur les mouvements par la sensibilité inégale des diverses régions des organes moteurs et par la motilité résultant de la structure anatomique de ces organes

Zoologie. Physiologie. Médecine.

M. Victor FATIO a fait hommage à la Société de la seconde livraison du *Catalogue des Oiseaux de la Suisse,* élaboré en collaboration avec M. Théophile STUDER par ordre du Département fédéral de l'Agriculture.

M. PREUDHOMME DE BORRE a fait voir divers spécimens d'une petite carte de la Belgique sur lesquels il a consigné les localités de captures d'espèces de Coléoptères, s'acheminant par là à la figuration graphique de l'aire de dispersion de chaque espèce.

M. PREUDHOMME DE BORRE nous a lu une note de M. WEYERS, de Sumatra, sur les relations entre les oiseaux du genre *Buceros* et les singes dans les forêts de ce pays. Les premiers servent aux seconds d'indicateurs pour la découverte des arbres à fruits parvenus à l'état de maturité.

M. FREY-GESSNER nous a fait un rapport sur la publication de ses *Tables analytiques pour la détermination des insectes de la Suisse.*

M. le Dr MARCET a fait une communication sur les différentes formes que présente la respiration humaine. Il distingue quatre formes : la respiration normale à l'état de repos, la respiration forcée avec le corps en repos, la respiration pendant l'exercice musculaire, et la respiration à l'état de repos sous l'influence d'un effort considérable de la volonté. Les conditions physiques et chimiques de ces divers cas résultent de l'étude de graphiques obtenus directement par des appareils enregistreurs.

M. le prof. PREVOST a rendu compte d'expériences faites dans son laboratoire par M. L. SCOFONE, et relatives à la toxicité comparée de la digitaline sur quelques espèces animales. M. Scofone a reconnu que la digitaline agit principalement sur le cœur, mais peut aussi produire chez certaines espèces des phénomènes nerveux. La sensibilité des diverses espèces varie dans des limites étendues, sans relations avec le classement zoologique ni avec la toxicité du sang. La digitaline ne perd

pas sa toxicité par macération avec les tissus d'une espèce insensible; le sang et le sérum des espèces insensibles n'exercent pas de pouvoir antitoxique lorsqu'on les injecte à un animal sensible à la digitaline.

M. Prevost a exposé ses expériences relatives à l'injection d'huile et de lait dans les sacs lymphatiques de grenouilles et de tortues. Des embolies graisseuses se forment d'abord dans les poumons, plusieurs jours avant de se répandre dans la grande circulation. Cette particularité est un argument en faveur de l'opinion qui admet que les liquides (sang rouge et noir) qui arrivent des deux oreillettes ne se mélangent pas dans le ventricule unique de la grenouille; si le mélange avait lieu, les embolies devraient être projetées dans les vaisseaux de la grande circulation en même temps que dans les artères pulmonaires.

M. le prof. Herzen, de Lausanne, nous a communiqué une série de recherches expérimentales d'où il conclut que chez le chien il peut se présenter des cas de survie à la section simultanée et complète des deux nerfs vagues, y compris les récurrents.

Mlle Schépiloff nous a donné un résumé de ses recherches sur les nerfs de la huitième paire et sur les fonctions du cerveau chez les grenouilles. Une longue série de lésions méthodiquement faites sur les centres nerveux de ces animaux, et l'étude détaillée des phénomènes qui en ont été la conséquence, ont amené Mlle Schépiloff à conclure que l'équilibre de la position et des mouvements est la résultante d'un grand nombre de sensations venant des différents nerfs sensibles du corps; la suppression de telle ou telle sensation produit une rupture d'équilibre aussi funeste, souvent plus funeste à l'animal, que la suppression de telle partie du cerveau. Ce sont les sensations auditives et visuelles qui tiennent le premier rang sous ce rapport. Le cerveau coordonne ces sensations, qui, en son absence, sont analysées et agissent isolément en donnant des mouvements de réaction immédiats. La comparaison des batraciens urodèles avec les anoures, et parmi ceux-ci des crapauds avec les grenouilles, montre une sorte de progression dans la localisation des fonctions; les centres des diverses fonctions semblent monter de la moelle dans le cerveau.

M. le prof. Flournoy a fait une communication sur l'influence de la perception du volume des corps sur leur poids apparent. A égalité de poids réel, les corps paraissent toujours d'autant plus légers qu'ils sont plus gros. L'illusion disparaît lorsque le sujet, fermant les yeux, ignore quels sont les corps qu'on lui fait soupeser; mais elle reparaît dès qu'il les regarde ou les palpe.

M. le prof. Laskowsky nous a présenté le bel Atlas d'anatomie qu'il vient de publier; il nous a expliqué successivement les seize planches qui composent cet ouvrage et nous a donné quelques détails sur les procédés techniques qui ont permis d'arriver à des résultats aussi parfaits dans des tirages comprenant jusqu'à dix-huit couleurs. Ces détails nous ont d'autant plus intéressés que le travail a été tout entier fait à Genève.

M. le prof. D'Espine a montré des cultures de teigne trichophytique obtenues par l'inoculation de racines de cheveux malades, ainsi que des cultures caractéristiques des trois espèces de teignes qui ont été distinguées par Sabouraud.

Il ne me reste plus, Messieurs, pour terminer ce Rapport, qu'à vous rappeler brièvement la vie et les travaux des collègues que nous avons perdus.

CHARLES DE MARIGNAC [1]

Jean-Charles Galissard de Marignac était né à Genève le 24 avril 1817. Il suivit les cours de l'Académie, puis entra à l'École polytechnique de Paris, d'où il sortit premier en 1837, et étudia enfin à l'École des Mines jusqu'en 1840. Dans cette dernière période, il fit, sous les auspices de l'École, quelques voyages en Suède, en Norwège et en Allemagne; les relations qu'il y noua avec les plus grands chimistes de l'époque, Berzelius, Wœhler, Liebig en particulier, ne furent sans doute pas sans influence sur la vocation qui se dessinait de plus en plus chez lui.

[1] On trouvera, dans la notice biographique publiée par M. Émile Ador (*Archives*, XXXII, 5, 183), la liste complète des travaux de Marignac.

Marignac était du reste né dans un milieu où les sciences étaient en honneur, et son enfance avait respiré l'air des laboratoires : son oncle maternel, le pharmacien Augustin Le Royer, était lui-même un chimiste distingué. La pharmacie Le Royer[1], située au bas de la Cité, dans une maison des Rues-Basses qu'habitait aussi la famille Marignac, était devenue, pour beaucoup de savants genevois, un lieu de réunion favori dont la tradition a conservé le souvenir légendaire. C'est là que l'on amenait Humboldt, en passage à Genève; c'est là que se rencontraient chaque jour Jean-Louis Prevost, Louis-Albert Gosse, Mayor, Peschier, Tingry, Bonstetten, le professeur Maunoir et bien d'autres. En hiver au milieu des allées et venues des clients, en été patriarcalement assis sur un banc que l'on installait devant la porte, ils devisaient avec le maître du logis et se racontaient mutuellement leurs travaux, tandis qu'autour d'eux s'affairait un apprenti qui devait faire son chemin dans le monde, et qui s'appelait Jean-Baptiste Dumas.

Marignac termina ses voyages en passant un semestre à Giessen dans le laboratoire de Liebig. Brongniart vint l'y chercher pour lui offrir la place de chimiste de la manufacture de Sèvres; dès son retour à Paris, il se trouva entouré de l'estime générale dont cette nomination était un témoignage. Dumas le désignait comme son suppléant pour le cours d'analyse et de métallurgie de l'École centrale; dans ce grand centre intellectuel de Paris, tout lui présageait une brillante carrière. Il n'hésita pas, cependant, à sacrifier tous ces avantages pour revenir, quelques mois plus tard, occuper la très modeste chaire de chimie qu'on lui proposait à l'Académie de Genève. Le gouvernement français lui donna encore une preuve du cas que l'on faisait à Paris de son talent et de son caractère en l'autorisant à conserver le titre d'ingénieur des mines, tout en quittant son service.

Les installations de l'ancienne Académie n'étaient pas luxueuses; le laboratoire de chimie, comme l'écrivait naguère M. Debrit, n'était

[1] Actuellement pharmacie Ackermann. Notre collègue M. Alexandre Le Royer a bien voulu me communiquer ces quelques détails sur la pharmacie de son grand-père.

qu'une méchante cuisine sombre en plein midi, une sorte d'antre diabolique. C'est pourtant là qu'il enseigna sans interruption jusqu'en 1871, époque où il se transporta pour quelques années encore dans les sous-sols, un peu meilleurs, mais toujours bien imparfaits, des nouveaux bâtiments universitaires. La paie était aussi modeste que les locaux, et les frais de laboratoire à la charge du professeur.

Malgré les années qui ont passé, faisant des vides dans nos rangs et amenant aussi le concours des générations nouvelles, notre Société compte encore parmi ses membres un bon nombre de ceux qui furent les élèves de Marignac et qui gardent un vivant souvenir de cet enseignement merveilleux de clarté, de concision et de pondération, de ce cours où il eût fallu tout écrire et où les leçons se succédaient, toutes égales dans leur irréprochable perfection.

En 1845, Marignac épousa Mlle Dominicé. Sa vie de famille s'est écoulée paisible au milieu de l'affection des siens; pourtant une triste catastrophe devait venir interrompre ce bonheur domestique. En 1871, il perdit son second fils, Édouard, jeune homme admirablement doué, sur le point de sortir de l'École polytechnique, où il avait obtenu des succès exceptionnels. Marignac supporta ce coup avec résignation; tous ceux qui l'ont vu de près savent qu'il ne s'en est jamais relevé.

Il quitta l'enseignement en 1878. Bien que, depuis quelques années, il eût confié une partie de ses cours à son gendre, M. Émile Ador, et à M. Denys Monnier, le développement colossal pris par la chimie organique, l'importance croissante des laboratoires d'élèves créaient de nouvelles conditions, auxquelles il n'aurait pu faire face sans renoncer à poursuivre les recherches scientifiques qu'il aimait, et qu'il plaçait avec raison au premier rang de ses devoirs. Il pensait aussi qu'à une science nouvelle il faut des maîtres nouveaux. Et d'ailleurs silencieux, timide et ami de la solitude, il avait sans doute suivi sa carrière de professeur avec la conscience qu'il mettait à tout ce qu'il entreprenait, mais il l'avait suivie plutôt par dévouement à la chose publique que par goût personnel. Ses leçons, où je me souviens de l'avoir vu entrer tout troublé et

presque rougissant à la vue de son auditoire, ne pouvaient pas être pour lui une source de jouissances bien vives, et son exquise modestie ne devait lui laisser sentir qu'à demi combien haut les étudiants le plaçaient dans leurs sympathies et dans leur admiration.

Marignac faisait partie de la Société de physique depuis 1842. Pendant trente ans, de 1849 à 1879, il y a rempli les fonctions laborieuses de Secrétaire correspondant. Plusieurs de ses travaux ont vu le jour dans la collection de nos *Mémoires*.

En 1845, la minéralogie fut jointe à son enseignement; il fut en même temps chargé de la collection de minéraux du Musée. Il l'arrangea avec le plus grand soin, la catalogua et l'accrut considérablement par les dons qu'il fit lui-même ou qui lui furent adressés par ses amis de l'étranger. M. Des Cloizeaux en particulier, ami intime de Marignac, doit être cité avec reconnaissance parmi ceux qui ont le plus enrichi nos collections. Marignac a publié, entre 1840 et 1851, sept notices contenant des analyses et des déterminations cristallographiques de divers minerais et d'un assez grand nombre de minéraux cristallisés des Alpes et du Vésuve. On trouve encore au Musée quelques-uns des échantillons qui ont servi à ces déterminations.

Vers la même époque, en 1846, il se chargea, avec Auguste de la Rive et François-Jules Pictet, de la partie scientifique de la *Bibliothèque universelle,* qui, séparée depuis lors de la partie littéraire, subsiste encore aujourd'hui sous le nom d'*Archives des sciences physiques et naturelles.* Il en est resté l'un des rédacteurs les plus actifs et les plus écoutés jusqu'au moment où l'état de sa santé l'a contraint à abandonner successivement toutes ses occupations.

Après avoir quitté l'Université, Marignac travailla encore huit ou dix ans dans un laboratoire qu'il avait installé au troisième étage de sa maison de la rue Senebier; c'est là que la maladie est venue le trouver. Sans que la lucidité de son esprit fût aucunement altérée, sans qu'il eût perdu la faculté de souffrir, il s'est vu progressivement privé de toutes les études auxquelles il avait consacré sa vie, pour être enfin

réduit à une inaction complète et douloureuse qui a duré des années. Cette longue agonie s'est terminée le 15 avril 1894.

L'œuvre scientifique de Marignac comprend environ soixante et dix mémoires d'étendues diverses, originairement publiés pour la plupart dans les *Archives des sciences physiques et naturelles*. C'est d'abord un travail de chimie organique, sur l'acide phtalique et l'action de l'acide nitrique sur la naphtaline, entrepris sous l'influence de Liebig et paru en 1841 ; ce sont les notices minéralogiques que nous avons déjà mentionnées; divers travaux sur l'ozone, sur l'azoture de bore, sur les hydrates de l'acide sulfurique ; c'est une note cinématique sur le pendule de Foucault, intéressante parce qu'elle nous fait entrevoir un côté différent et peu connu du talent de Marignac ; c'est encore l'un de ses tout derniers travaux, relatif à la proportion de matière organique contenue dans l'eau du Rhône, et contenant les résultats de dosages répétés journellement pendant plus de deux années.

Mais, à côté de ces études accessoires et comme fortuites, « toute l'activité scientifique de Marignac — ainsi que le remarque M. Ador dans l'intéressante biographie que les *Archives* ont récemment publiée — a été dirigée vers ce but : établir les poids atomiques avec le plus d'exactitude possible; presque tous ses travaux s'y rapportent directement ou indirectement. » Dans l'espace de quarante ans qui sépare son travail sur l'équivalent du chlore, en 1842, de sa vérification des poids atomiques du bismuth, du manganèse et du zinc, en 1883, il a déterminé les équivalents de 28 ou 29 éléments. Ce sont ces déterminations qui l'ont conduit, de proche en proche, aux recherches sur le cérium, le lanthane et le didyme, et sur les terres rares de la gadolinite et de la samarskite, qui ont occupé ses dernières belles années. C'est pour trouver de nouveaux critères en vue de la fixation des poids atomiques qu'il a mesuré les formes cristallines d'une multitude de composés et qu'il a cherché à élucider leurs relations d'isomorphisme ; c'est encore dans le même but qu'il a abordé l'étude des propriétés thermiques et de la diffusion des dissolutions. Je n'essaierai pas de résumer ces travaux, tout de chiffres

et de faits : c'est dans leur détail qu'ils méritent d'être étudiés, et je ne pourrais que répéter ce que M. Ador a déjà écrit avec une compétence qui ne m'appartient pas.

Marignac a énormément travaillé; il a toujours travaillé seul, sans assistant et sans aide; peut-être cette habitude a-t-elle contribué à la grande perfection de son œuvre. En lisant ses publications, on reste confondu devant le labeur immense qui s'y trouve accumulé, devant l'incroyable patience qu'il a déployée dans l'étude des dissolutions, par exemple, et dans celle des terres de la gadolinite, devant sa sagacité extraordinaire pour reconnaître et éviter les causes d'erreurs systématiques dans les déterminations de poids atomiques, aussi bien que pour débrouiller les caractères décevants du tantale et du niobium. Partout, depuis ses plus simples analyses de minéraux jusqu'à ses réflexions de l'ordre le plus élevé sur la loi de Prout, sur les notations chimiques ou sur l'isomorphisme, on retrouve la même lucidité, la même absence de parti pris, la même absolue bonne foi dans la recherche de la vérité, le même sang-froid au milieu des discussions passionnées de son époque.

Cette union des plus beaux dons intellectuels et des qualités morales les plus hautes explique l'autorité dont Marignac jouissait dans le monde savant. « Les chimistes anglais, » lui écrivait le Dr Marcet à l'occasion de sa nomination comme Associé étranger de la Société royale de Londres, « les chimistes anglais disent en parlant de vos travaux : Si ces résultats ont été obtenus par Marignac et qu'il les donne comme certains, cela nous suffit et il est inutile de chercher à les contrôler. » Et cette opinion des chimistes anglais était aussi l'opinion des chimistes des autres pays. Marignac était assez habile et assez maître de sa pensée pour ne se guère tromper lui-même, il était trop prudent, trop consciencieux et trop maître de sa plume pour écrire autre chose que ce dont il croyait être sûr. Ce qu'il a mis en circulation sur le marché scientifique n'a jamais été que de l'or pur et trébuchant.

Sa modestie était extrême et il redoutait fort d'être mis en avant; les distinctions de tout genre qui lui arrivaient disparaissaient dans un

tiroir et personne n'en entendait plus parler. Il n'aimait pas les paroles inutiles, mais, lorsqu'on avait besoin de ses conseils, son obligeance était inépuisable; au milieu de ses travaux de bénédictin, il trouvait toujours le temps de vérifier le fait qui avait embarrassé son interlocuteur, ou de rechercher dans sa mémoire ou dans sa bibliothèque le renseignement qui lui était demandé. Et avec quel bon sourire il vous abordait quand il pouvait donner la réponse attendue!

Depuis bien des années la maladie l'avait séparé de nous. Aujourd'hui que cette séparation est devenue irrévocable, nous tous que, directement ou indirectement, par ses conseils ou par son exemple, Marignac a si souvent aidés et encouragés, nous tenons à rendre un hommage reconnaissant à sa mémoire.

HENRI HERTZ

Le 1er janvier de l'année qui vient de finir, l'Allemagne et la science entière faisaient une perte immense en la personne de *Henri Hertz*. Cette perte a été particulièrement ressentie dans le sein de notre Société, dont Hertz était membre honoraire depuis quatre ans à peine. Nos collègues MM. de la Rive et Sarasin avaient bien souvent rappelé son nom dans cette salle, en insistant sur la haute portée de ses recherches; et plus d'un parmi nous avait eu avec lui des rapports personnels rendus inoubliables par sa loyauté, sa simplicité et l'absolue bienveillance de son caractère.

Henri-Rodolphe Hertz était né à Hambourg le 22 janvier 1857. Il se destina d'abord à l'architecture, puis, se vouant définitivement aux sciences pures, il étudia d'abord à l'Université de Munich, et ensuite à Berlin sous la direction de Helmholtz. Son premier mémoire, couronné par la Faculté, fut publié en 1880 et complété, en 1881, par un travail plus parfait. Par l'étude des extra-courants dans des bobines et dans des fils rectilignes, puis aussi par l'étude de la marche des courants lancés

dans un disque métallique animé d'un mouvement de rotation rapide, il y prouvait que si l'électricité consiste en fluides matériels circulant dans les conducteurs, la force vive de ces fluides ne peut avoir en tout cas qu'une valeur tout à fait négligeable.

Pendant son séjour à Berlin, il fit encore plusieurs travaux intéressants sur la distribution de l'électricité dans les conducteurs en mouvement, sur la décharge dans les gaz raréfiés, sur les propriétés isolantes de la benzine, sur les tensions de vapeurs du mercure et sur diverses questions d'élasticité.

Agrégé et chargé, en 1883, d'un cours de physique théorique à l'Université de Kiel, il fut appelé deux ans après comme professeur ordinaire à l'École technique de Carlsruhe, qu'il ne quitta qu'en 1889 pour aller prendre à Bonn la place laissée vacante par la mort de Clausius.

C'est en 1885 que Hertz entra dans le champ des théories maxwelliennes, auxquelles il devait bientôt apporter de si remarquables confirmations; son mémoire sur les relations des équations de Maxwell avec celles de l'ancienne électrodynamique est une œuvre théorique absolument hors ligne. Partant de l'hypothèse admise sans contestation que la nature d'une force électrique ou magnétique est toujours la même, quelle que soit l'origine de cette force, il montre que des actions pondéromotrices doivent s'exercer entre des aimants dont le magnétisme croît ou décroît, et aussi entre de tels aimants et les corps électrisés. De telles forces dépendant, non seulement de l'aimantation, mais de la variation de celle-ci avec le temps, ne sont pas prévues dans les formules de l'électrodynamique usuelle. Ces formules sont donc incomplètes, même au point de vue des idées sur lesquelles elles reposent. Or, en ajoutant les termes qui manquent, Hertz démontre que l'on finit par retrouver précisément les formules de Maxwell.

Dès son arrivée à Carlsruhe, Hertz commença la série d'admirables recherches qui ont marqué sa place parmi les premiers physiciens de notre époque.

Nous le voyons créer le dispositif expérimental qui lui était nécessaire

en trouvant d'abord le moyen de faire naître dans un conducteur primaire convenable des oscillations électriques très rapides dont la période, de l'ordre du cent millionième de seconde, est déterminée par les dimensions de ce conducteur; puis en trouvant dans une application inattendue des phénomènes de résonance le moyen d'étudier le champ électromagnétique alternatif ainsi créé dans l'espace environnant, à l'aide d'un circuit secondaire ou résonateur dont la période de vibrations est accordée sur celle du primaire.

C'est au courant de cette étude préliminaire que Hertz découvrit en passant l'influence exercée par la lumière ultraviolette sur la décharge par étincelles.

Armé d'un nouveau et puissant moyen d'investigations, Hertz reconnut bientôt que les phénomènes de polarisation alternative qui se produisent dans les corps isolants en présence des oscillations du primaire sont capables d'agir par induction, comme le feraient de véritables courants, sur les circuits placés dans leur voisinage. C'était la confirmation, longtemps cherchée, d'une des conceptions fondamentales de Maxwell.

Bientôt après, en 1888, il obtint des ondes, soit progressives, soit stationnaires, dans un fil métallique, et parvint à observer dans son résonateur l'interférence des actions transmises d'une part par le métal et d'autre part par l'air. De l'étude de ces interférences il conclut que ces deux transmissions se font avec des vitesses qui sont du même ordre de grandeur. Les actions électrodynamiques se propagent donc dans l'air avec une vitesse finie; elles résultent par conséquent, non pas d'une action directe de l'excitateur, mais d'une modification du milieu, d'une polarisation qui se transmet de proche en proche à la manière d'une déformation élastique : nouvelle confirmation importante des idées de Faraday et de Maxwell.

Pour Maxwell une vibration lumineuse n'est autre chose qu'une vibration électromagnétique de très courte période; la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques doit donc coïncider avec la vitesse de la lumière. Les expériences de Hertz l'ont conduit à une vérification

grossièrement approchée de cette conséquence; elles étaient d'ailleurs peu propres à fournir des valeurs très précises de la vitesse de propagation; les longueurs d'ondes ne pouvaient en effet donner lieu à des mesures très exactes, et les durées d'oscillations devaient être déduites des dimensions du primaire par un calcul qui ne saurait être considéré comme absolument sûr. Les résultats primitifs de Hertz furent en outre viciés par une inadvertance dans les calculs, qui a été relevée par M. Poincaré, et par des causes d'erreurs expérimentales non soupçonnées tenant probablement à la disposition défectueuse des locaux dans lesquels il était obligé d'opérer : c'était du moins l'opinion de Hertz lui-même, et c'est ce qui paraît confirmé par les recherches faites depuis lors par MM. de la Rive et Sarasin d'une part, par M. Lecher et M. Blondlot d'autre part. Quoi qu'il en soit, la vérification numérique de l'hypothèse de Maxwell paraît plutôt résulter de mesures indirectes toutes différentes.

Hertz, d'ailleurs, dans une série de travaux qui se succédèrent rapidement, poursuivit dans les phénomènes de réflexion, de réfraction, de diffraction et de polarisation les analogies des vibrations lumineuses et des vibrations électromagnétiques, refaisant en quelque sorte pour celles-ci ce que Melloni avait fait jadis pour les radiations de la chaleur obscure.

Quelques travaux théoriques destinés à dégager les points fondamentaux de la théorie de Maxwell de la forme passablement obscure et insaisissable sous laquelle Maxwell lui-même les avait enveloppés; une recherche expérimentale curieuse, aboutissant à la découverte que MM. E. Wiedemann et Ebert faisaient de leur côté à la même époque, du passage des rayons cathodiques à travers des lames métalliques suffisamment minces; et enfin un Traité posthume de mécanique basé sur des principes très différents de ceux qui ont cours dans l'enseignement, sur la cinématique des systèmes de points, et sur l'intervention, en lieu et place des forces, de liaisons dues à la présence de masses inaccessibles à notre perception directe, achèvent de remplir l'admirable carrière du collègue que nous regrettons.

Hertz est mort à trente-sept ans, au moment où la science semblait pouvoir compter sur lui pour longtemps encore; mais ses travaux, trop tôt interrompus, laisseront une trace ineffaçable dans l'histoire de l'électricité.

AUGUSTE KUNDT

Auguste Kundt était né à Schwerin le 18 novembre 1839. Entré vers 1861 dans le laboratoire de Magnus à Berlin, il s'y fit bientôt remarquer par l'extraordinaire habileté expérimentale, qui, jointe à son talent d'exposition et à la parfaite netteté de ses conceptions, a donné à tous ses travaux un cachet très spécial d'élégance et de séduisant intérêt.

Ses premières recherches importantes furent consacrées à l'acoustique, qui, d'ailleurs, resta toujours sa science favorite. Nous devons nous borner à citer son étude sur la double réfraction dans les lames vibrantes, et surtout sa méthode si ingénieuse de déterminer les nœuds et les ventres de vibration dans un tuyau sonore horizontal d'après la distribution striée qu'y prend une poudre légère, lycopode ou silice pulvérulente. On en déduit immédiatement la longueur d'onde, proportionnelle à la vitesse du son dans le gaz qui remplit le tuyau. Or la vitesse du son, que l'on peut étudier ainsi dans les gaz inaccessibles à tout autre mode d'expérimentation, est intimement liée au rapport, si important théoriquement, des deux chaleurs spécifiques. C'est cette méthode qui plus tard (en 1875), a permis à Kundt, en commun avec Warburg, de déterminer ce rapport pour la vapeur de mercure et de donner une preuve de plus du fait, admis déjà par d'autres raisons, que dans cette vapeur chaque molécule est formée d'un seul atome.

Kundt fut nommé, en 1868, professeur au Polytechnicum de Zurich; en 1870, à l'Université de Wurzbourg; puis bientôt après à Strasbourg, où fut créé sous sa direction un laboratoire de physique qui est regardé comme un modèle, et qui ne tarda pas à se peupler de jeunes gens désireux de se mettre à si bonne école.

C'est en 1871 qu'il publia ses premiers travaux sur la dispersion

anomale et sur les propriétés optiques des corps absorbants; puis vinrent ses recherches sur le frottement des gaz raréfiés, en commun avec Warburg; sur la polarisation rotatoire magnétique dans les gaz, en commun avec Röntgen; sur la double réfraction dans les liquides visqueux en mouvement; sur le dichroïsme du caoutchouc tendu; sur les déformations électriques du quartz; sur l'application des figures de Lichtenberg à l'étude de la pyroélectricité des cristaux; puis enfin, commencés à Strasbourg et poursuivis à Berlin, où il fut appelé en 1888 comme successeur de Helmholtz, les travaux célèbres, véritables chefs-d'œuvre d'habileté technique, d'ingéniosité et d'infatigable patience, dans lesquels il parvint à étudier directement, sur des lames assez minces pour être transparentes, les pouvoirs rotatoires magnétiques et les indices de réfraction des métaux.

Kundt était un professeur de premier ordre, non seulement dans ses cours, mais aussi dans son laboratoire, où son entrain juvénile et communicatif excitait ses élèves et s'emparait de leur affection.

Malheureusement, et dès son arrivée à Berlin, ce succès même entraîna pour lui des fatigues exagérées; en peu d'années il fut terrassé par une maladie de cœur dont il portait le germe dès sa jeunesse. Auguste Kundt est mort le 21 mai 1894. Il faisait partie de notre Société depuis 1889.

LOUIS DE COULON

C'est avec des regrets unanimes que, le 13 juin 1894, la population neuchâteloise et les cercles scientifiques de toute la Suisse ont appris la mort de *Louis de Coulon,* le vénérable doyen des naturalistes de Neuchâtel, l'un des hommes les plus modestes et les plus méritants de notre pays.

Né le 2 juillet 1804 [1], il se rendit en 1824 à Paris, où il étudia sur-

[1] Ces quelques notes sur la carrière de L. de Coulon sont extraites en grande partie d'une lettre que je dois à l'obligeance de M. Paul Godet.

tout l'histoire naturelle et d'où il revint en 1828 se fixer dans sa patrie. Sa vie à Neuchâtel s'est écoulée sans incidents notables. Membre du Conseil de Ville et forestier de la commune, il a voué tout son temps libre au Musée d'histoire naturelle, dont il est resté directeur jusqu'à la fin de sa vie. C'est dans le Musée qu'il a vécu, payant de sa bourse pour enrichir de ses dons les collections, surtout les collections d'oiseaux, dont il a fait un ensemble remarquable; payant aussi de sa personne et de son temps. Il n'hésitait pas à épousseter et à empailler lui-même les animaux, et à copier les ouvrages qu'il ne pouvait pas acheter. L'été, il se rendait à sa campagne de Chaumont, et là, surtout par les jours de pluie, il peignait du matin au soir. Plus de cinquante ouvrages complets ont été copiés ainsi par lui, quelquefois avec l'aide de son père, Paul-Louis-Auguste de Coulon, qui a été aussi un bienfaiteur du Musée. Deux ou trois ans avant sa mort, il lui fut donné un aide dans la personne de M. Paul Godet; et bien qu'il ne pût plus se rendre au Musée, il se faisait rendre compte de ce qui s'y passait et conservait une mémoire absolument présente et fidèle pour tout ce qui concernait son œuvre de prédilection. Louis de Coulon a aussi publié quelques notes sur des sujets d'histoire naturelle dans le *Bulletin* de la Société neuchâteloise.

Très simple dans ses goûts, mais très pratique, il était apprécié dans les conseils et les comités. Pendant cinquante-cinq ans, de 1835 à 1890, il fut président de la Société neuchâteloise des sciences naturelles. En 1882, lors du cinquantenaire de la Société, ses concitoyens eurent l'occasion de lui témoigner leur reconnaissance et leur respect. Ce fut là une épreuve pour son inaltérable modestie; en recevant les cadeaux qui lui furent offerts par le Grand Conseil et le Conseil communal, et le diplôme de docteur que M. Hagenbach-Bischoff lui apportait au nom de l'Université de Bâle, il répondit : « Je n'ai cherché que mon plaisir en servant mon pays; il ne faut donc pas me remercier. » Genève fut aussi représentée dans cette fête, et M. Henri de Saussure lui remit une boîte d'insectes en disant que, pour faire plaisir à M. de Coulon, il n'avait rien trouvé de mieux qu'un don fait au Musée. Notre collègue caractérisait

ainsi en deux mots la carrière scientifique du naturaliste neuchâtelois. Louis de Coulon était membre honoraire de la Société de physique depuis 1883.

HERMANN DE HELMHOLTZ

Hermann-Louis-Ferdinand de Helmholtz, le chef incontesté des physiciens allemands, n'était pas seulement un grand physicien, son génie présentait au contraire une universalité dont l'époque actuelle n'offre guère d'exemples. Né à Potsdam le 31 août 1821, il chercha d'abord, en se vouant à la médecine, à concilier son goût pour les sciences exactes avec les nécessités de l'existence. Déjà comme étudiant, sous l'influence du physiologiste Johannes Müller, il se préoccupait des problèmes soulevés par la nature et le mode de fonctionnement des forces qui agissent dans les êtres vivants. Il fut conduit, comme Robert Mayer, un autre médecin, l'avait été avant lui, à chercher quelles relations doivent exister entre les diverses forces naturelles pour que le mouvement perpétuel soit impossible. Le résultat de ces méditations fut le fameux mémoire *Sur la conservation de la Force,* publié en 1847, où le principe fondamental de la théorie mécanique de la chaleur est développé pour la première fois sous une forme absolument scientifique et irréprochable. « Je « voulais simplement — a-t-il écrit plus tard — donner aux physiolo- « gistes une étude critique et une mise en ordre des faits. J'étais tout « préparé à ce que les gens compétents me répondissent : « Mais nous « savons tout cela, qu'est-ce que ce jeune médecin a besoin de donner « tant d'explications? » A mon grand étonnement, les physiciens pri- « rent l'affaire tout autrement. Ils étaient portés à nier que le principe « fût exact, et engagés qu'ils étaient dans une lutte ardente contre la « philosophie de la nature de Hegel, ils étaient disposés à considérer « mon travail comme une élucubration fantaisiste. Seul le mathémati- « cien Jacobi reconnut le lien qui unissait mes raisonnements à ceux « des mathématiciens du siècle dernier, s'intéressa à ma tentative

« et me défendit contre les interprétations fâcheuses. Je trouvai aussi « une aide et un appui enthousiastes auprès de mes amis plus jeunes, « E. du Bois-Reymond en particulier. Je ne savais alors que peu de « chose des travaux de Joule et rien du tout de ceux de Mayer. » Le fait est que le mémoire de Helmholtz n'aurait sans doute pas vu le jour sans l'intervention de Jacobi auprès de l'éditeur Reimer.

Nous voyons déjà apparaître ici ce qui fait le caractère très particulier et très original de la plupart des travaux de Helmholtz, la combinaison constante du mathématicien, du physiologiste et du philosophe. Analyser ces travaux, ce serait presque faire l'histoire de la science depuis cinquante ans; vous concevez qu'il me manquerait tout pour une telle tâche : la place, le temps et surtout les forces. Permettez-moi de me borner à indiquer ici quelques dates et quelques points particulièrement importants.

Mis en vue par ce travail si contesté et par quelques recherches sur les fermentations, il fut nommé bientôt après professeur de physiologie à l'université de Königsberg, puis, au bout de quelques années, à l'Université de Bonn. C'est à Königsberg qu'il inventa, en 1851, son ophtalmoscope, la plus populaire sans contredit de ses découvertes, bientôt suivie par la publication de son grand *Traité d'optique physiologique,* ouvrage considérable par l'érudition immense qui s'y trouve déployée, aussi bien que par la multitude de faits, d'expériences et de théories nouvelles qui y sont rassemblés.

En même temps, il trouvait moyen de résoudre deux problèmes de physique qui, depuis Euler, avaient déjoué les efforts des plus grands mathématiciens; il donnait pour la première fois la théorie des mouvements tourbillonnaires des fluides et celle des tuyaux sonores ouverts. Dans la première, il s'était laissé guider par l'analogie qu'il avait su découvrir entre la distribution des vitesses dans un fluide et la distribution des forces magnétiques dues à un système de courants électriques. Dans la seconde il trouvait une puissante méthode d'analyse dans l'emploi du théorème de Green qui définit les phénomènes qui se pas-

sent dans un certain espace par l'état de la surface qui limite cet espace.

En 1859, il fut appelé à Heidelberg, toujours comme physiologiste. Ses recherches en acoustique y furent résumées dans son ouvrage *Die Lehre von den Tonempfindungen*, qui restera l'un de ses plus beaux titres scientifiques, et dans lequel il élucide l'origine physique et physiologique des principes de l'harmonie et de l'esthétique musicale.

Parmi ses travaux célèbres de la même époque, citons encore l'excursion hardie qu'il fit en 1866 dans le domaine métaphysique de la géométrie non euclidienne.

Nommé à Berlin en 1871, et cette fois comme professeur de physique, il consacra dès lors son activité soit à son enseignement, soit à l'étude des plus hauts problèmes de la théorie de l'électricité. Les recherches les plus importantes des vingt-cinq dernières années de sa vie se rapportent à la polarisation galvanique; à la thermodynamique des phénomènes chimiques; puis à l'électrodynamique et à la théorie électromagnétique de la lumière.

Un travail de mécanique pure, sa théorie des systèmes monocycliques, ne doit pas non plus être oublié, car ce travail, paru en 1884, a servi de base à tous ceux qui, dans ces dernières années, ont cherché à se forger un schème de représentation mécanique des phénomènes de l'électricité et du magnétisme.

En 1888, sans renoncer complètement à l'enseignement, il prit la direction de l'Institut physico-technique impérial, qui venait d'être créé, et pour le développement duquel il n'épargna ni ses forces ni ses talents. C'est en revenant de représenter cet établissement à l'Exposition de Chicago qu'il reçut la première atteinte de la maladie qui devait l'emporter. Helmholtz est mort le 8 septembre 1894. Il était au nombre de nos honoraires depuis 1891. Vous vous souvenez qu'en lui envoyant son diplôme notre Société avait voulu s'associer au jubilé qui se célébrait à Berlin à l'occasion du soixante et dixième anniversaire de la naissance de Helmholtz, et témoigner de son respect et de son admiration pour l'un des plus grands esprits qu'ait produits notre siècle.

NATHAN PRINGSHEIM [1]

Le professeur *Nathan Pringsheim,* membre honoraire de notre Société, est décédé à Berlin le 6 octobre dernier dans sa soixante-onzième année. L'Allemagne a perdu en lui un de ses savants les plus distingués, un de ceux qui ont le plus contribué au grand essor que les études d'anatomie et de physiologie botaniques ont pris dans ce siècle.

Pringsheim naquit le 30 novembre 1823 à Wziesko, petite ville de Silésie. Au sortir du gymnase de Breslau, il étudia quelque temps la médecine à Leipzig, puis à Berlin. Mais ses goûts le portant plutôt vers les sciences naturelles, il ne tarda pas à renoncer à la carrière médicale pour se vouer spécialement à la botanique, et en 1848 il obtint le grade de docteur en philosophie. Sa dissertation roulait sur la structure et l'accroissement des parois des cellules végétales.

Il reprit bientôt l'étude de la cellule, sujet d'une manière plus approfondie et à un point de vue plus général, dans un mémoire publié à Berlin en 1854. Il s'y attacha principalement à réfuter l'opinion alors prépondérante de Mohl, d'après laquelle le protoplasme serait renfermé dans une membrane propre, l'*utricule primordial,* tapissant intérieurement les parois de la cellule. En faisant agir les réactifs d'une manière

[1] Je dois cette notice à l'obligeance de M. Casimir de Candolle.

Voici la liste des principales publications de N. Pringsheim :

De forma et incremento stratorum crassiorum in plantarum cellula observationes quædam novæ. Halæ 1848, *Linnæa*, vol. 21.

Untersuchungen über den Bau und Bildung der Pflanzenzelle, Berlin 1854.

Ueber die Befruchtung und Keimung der Algen und das Wesen des Zeuzungsactes, Berlin 1855, monats. Ber. d. k. Akad.

Untersuchungen ueber Befruchtung und Generationswechsel der Algen, Berlin 1857, monats. Ber. d. k. Akad.

Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen, Pringsh. Jahrb. V, 1 und 2.

Zur Morphologie der Utricularien, Berlin 1869, monats. Ber. d. k. Akad.

Ueber vegetative Sprossung der Moosfrüchte, Berlin 1876,

Ueber die primæren Wirkungen des Lichtes auf die Vegetation, Berlin 1879, monats. Ber. d. k. Akad. Analyses par l'auteur dans *Comptes rendus de l'Institut.* 1880

plus lente et plus méthodique que ne l'avait fait son devancier, il arriva à démontrer que l'utricule en question n'existe pas et que le protoplasme baigne directement la cellulose qui constitue l'unique membrane de la cellule. Ce point est demeuré acquis à la science, mais Pringsheim eut le tort d'attribuer la formation des cloisons de segmentation à des plissements des couches internes de la membrane de cellulose. Ses recherches avaient eu surtout pour objet les algues filamenteuses, qui se prêtent particulièrement bien à l'étude des cellules vivantes. Ce fut en observant le développement d'une plante de cette catégorie, le *Vaucheria sessilis* DC., qu'il fut mis sur la voie de la belle découverte qui a illustré sa carrière. La fécondation, chez les deux règnes, n'était encore connue que par ses phases externes et on ignorait complètement son mécanisme intime. Or Pringsheim découvrit que, chez le *Vaucheria*, les spermatozoïdes issus de l'anthéridie pénètrent dans l'oogone encore dépourvu de membrane et que c'est seulement après cette pénétration que celui-ci se revêt d'une couche de cellulose en devenant une *oospore* propre à germer. Remarquons en passant que cette observation prouvait la parfaite justesse des vues exprimées cinquante ans auparavant par notre compatriote *J.-P. Vaucher* sur le rôle fécondant de la poussière émise par les anthéridies du *Vaucheria,* qu'il a fort exactement décrites sous le nom de *cornes.* Pringsheim trouva ensuite que les choses se passent de la même manière chez les *Fucus* et chez les *Oedogonium,* montrant ainsi, le premier, que la fécondation consiste en un véritable mélange des deux éléments sexuels.

Ces découvertes sont exposées dans un mémoire publié en 1855. Elles valurent à Pringsheim l'honneur d'être, dès cette époque, admis au nombre des membres de l'Académie royale des sciences de Berlin. Quelques années après, il fit connaître un autre fait non moins important, à savoir que l'oospore des *Volvocinées* résulte de l'union de deux zoospermes identiques et non pas, comme dans la fécondation ordinaire, de l'union d'éléments ayant des formes différentes.

Bien qu'il se soit principalement livré à l'étude des Algues, Prings-

heim a aussi puissamment contribué à faire connaître le développement des Champignons inférieurs. On lui doit également une expérience fort intéressante relative aux Mousses. Il réussit, en effet, à les reproduire par la prolifération de leur fruit, prouvant par là que la génération asexuée de ces plantes peut, tout aussi bien que leur génération sexuée, donner naissance à des axes végétatifs. En fait de Phanérogames, il ne s'est guère occupé que des *Utriculaires*, dont il a élucidé le développement compliqué et si intéressant au point de vue de la morphologie. Enfin, dans le domaine de la physiologie expérimentale, il a poursuivi des recherches qui firent, en leur temps, une grande sensation, mais dont les résultats n'ont pas eu, en définitive, la portée qu'il leur attribuait. Nous voulons parler des curieuses expériences par lesquelles il crut avoir renversé les idées reçues sur la fonction chlorophyllienne. Le pigment vert des grains de chlorophylle ne jouerait, suivant lui, qu'un rôle protecteur en absorbant les rayons chimiques qui provoquent l'oxydation des hydrocarbures. A l'abri de cet écran se formerait une substance, peu stable il est vrai, qu'il nomme *hypochlorine*, laquelle serait le premier produit direct de la décomposition de l'acide carbonique par la lumière.

Pringsheim qui, depuis 1851, avait professé à Berlin en qualité de privat-docent, fut, en 1856, appelé à Iena comme successeur de Schleiden. Il quitta ce poste en 1869 et revint se fixer à Berlin. Il travailla dès lors d'une manière indépendante dans son propre laboratoire, qu'il ouvrait libéralement à ses élèves, dont plusieurs comptent aujourd'hui parmi les maîtres de la science. Si sa carrière de professeur en titre n'a pas été de très longue durée, elle n'en a pas moins été des plus brillantes et des plus utiles. Le laboratoire botanique qu'il organisa à Iena a été le premier du genre et a servi de modèle aux institutions analogues dont se sont successivement dotées presque toutes les universités d'Allemagne. Pringsheim a encore rendu un autre service signalé à la science lorsqu'il fonda, en 1856, le journal périodique qui porte son nom et qu'il a dirigé jusqu'à la fin de sa vie. Ce recueil, exclusivement réservé aux

recherches d'anatomie et de physiologie botaniques, en est actuellement à son vingt-sixième volume et n'a cessé, depuis son origine, de renfermer des travaux de la plus grande importance.

Pringsheim n'était pas seulement un observateur hors ligne, c'était un penseur profond. Il cherchait toujours à coordonner les faits, en saisissait d'emblée toutes les conséquences et savait les exposer dans un style à la fois clair et concis. Ses écrits sont relativement peu nombreux, mais ils se rapportent tous à des questions importantes nécessitant les recherches les plus délicates.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Liste des ouvrages reçus par la Société pendant les années 1893 et 1894.

Titres.	Donateurs.
Compte rendu des travaux présentés à la 75me session de la Société helvétique des Sciences naturelles. Bâle, 1892. 8°... Genève, 1892	Société helvétique des Sc. naturelles.
Id. 76me session. Lausanne. 8° .... Genève 1893	
Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. 1892. 8° .... Basel, 1893	
Nouveaux Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles. Vol. XXXIII, 1. 4° .... Zurich, 1893	
Actes de la Société helvétique des Sciences naturelles. 76me session. 8° .... Lausanne, 1893	
Mittheilungen der naturforsch. Gesellschaft in Bern. Nos 1279-1304. 8° .... Berne, 1893-94	Société des Sciences naturelles de Berne.
Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft Vol. IX, 3. 8° Basel, 1893	Société des Sciences naturelles de Bâle.
Musée d'histoire naturelle de Lausanne. Rapports pour 1892 et 1893. 8° .... Lausanne, 1893-94	Musée de Lausanne.
Eclogæ geologicæ Helvetiæ. III, 3-5; IV, 1-2, 8°. Lausanne, 1393-94	
Bulletin de la Société botanique suisse. Nos 3 et 4. 8°. Berne, 1893-94	Société botanique suisse.
Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel. XVIII à XX. 8° .... Neuchâtel, 1890-92	Société des sciences naturelles de Neuchâtel.
Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles. Nos 109-114. 8° .... Lausanne, 1892-93	Société vaudoise des Sc. naturelles.

Bericht über die Thätigkeit der St.-Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft. 1890–91 et 1891-92. 8°. . St-Gallen, 1892-93	Société des Sciences naturelles de St-Gall.
Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. XXXVII, 3-4; XXXVIII, 1-4; XXXIX, 1-2. 8°. . Zürich, 1892-94 Id. Neujahrsblatt. 4° . . . . Zürich, 1894	Société des Sciences naturelles de Zurich.
Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse. VIIme livr., 2me suppl.; VIIIme livr., 2me suppl.; XXIVme livr. . Berne, 1893-94 Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. XXXIIte Lief. 4°. Berne. 1893	Commission géologique fédérale.
Geschichte der Gesellschaft zur Beförderung des Guten und Gemeinnutzigen. 8° . . . . Basel, 1892	Société d'utilité publique de Bâle.
Bericht über die Thätigkeit der naturforschenden Gesellschaft. Vol. IX. 8° . . . . Solothurn, 1893	Société des Sciences naturelles de Soleure.
Rapport sur l'administration du Musée d'histoire naturelle. 1893. 8° . . . . Genève, 1894	Musée de Genève.
Mittheilungen der Thurgauischen naturforschenden Gesellschaft. H. 11. 8° . . . . Frauenfeld, 1894	Société des Sciences naturelles de Thurgovie.
Bulletin de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles. 8°. Fribourg, 1893	Société fribourgeoise des Sciences naturelles.
Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris. Tomes CXVI, CXVII, CXVIII, CIX, 1-24. 4° . . . . Paris, 1892-94	Académie des Sciences de Paris.
Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle. 3me série. Tome V. 4° . . . . Paris, 1893 Centenaire de la fondation. 4° . . . . Paris, 1893	Muséum d'Hist. naturelle de Paris.
Journal de l'École Polytechnique. Cahier 63. 8° . . . . . . Paris, 1893-94	Ecole polytechnique.
Annales des Mines. Tomes II, 12; III, 1-8; IV, 9-12; V, 1-11 . . . . Paris, 1893-94	Ecole des Mines.
Annales de la Société entomologique de France pour 1892. 8°. Paris, 1893	Société entomologique de France.
Bulletin de la Société de Géographie de Paris. 1892, trimestre 4; 1893, trimestres 1-4; 1894, trimestres 1-2. 8° . . . Paris, 1893-94 Id. Compte rendu des séances. 1893, 1-18; 1894, 1-16. 8°. Paris, 1893-94	Société de géographie de Paris.
Bulletin de la Société géologique de France. Tomes XIX, 2; XX, 3-28; XXI. 1-5; XXII, 1-3. 8° . . . . Paris, 1893-94 Bulletin des services de la Carte géologique. Tome V. 8°. . Paris, 1893 Compte rendu des séances. Fasc. 4-17. 8° . . . . Paris, 1893	Société géologique de France.
Bulletin de la Société zoologique de France. Tome XVII, 7-9; XVIII, 1-6. 8° . . . . Paris 1892-93 Id. Mémoires. Tome VI. 1-4. 4° . . . . Paris, 1892-93	Société zoologique de France.
Travaux du Bureau international des poids et mesures. Tomes VIII-X. 4° . . . . Paris, 1893-94	Comité int. des poids et mesures.
Revue savoisienne. 34me année, nos 1-6. 35me année, nos 1-2, 8° . . . . Annecy, 1893	Société Florimontane.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Savoie. 4me série. Tome IV. 8°..............Chambéry, 1893 Id. Documents des anciennes corporations. Vol. VII. 8°. Chambéry, 1893	Académie de Savoie.
Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. 5me série, tome V. 8°..................................Bordeaux, 1893-94	Société Linnéenne de Bordeaux.
Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. 4me série, tomes I-III. 8°...........Bordeaux, 1893	Société des Sciences phys. et nat. de Bordeaux.
Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts. Sciences. Tomes XXX-XXXI. — Lettres. Tome I, 3me série. 8° ....Lyon, 1881-92	Académie des Sciences, etc. de Lyon.
Annales de la Société d'Agriculture. 6me série, tomes II à V. 8°. Lyon, 1890-93	Société d'Agriculture de Lyon.
Mémoires de l'Académie des Sciences et Belles-Lettres. Tome I. 8°...Angers, 1894	Académie d'Angers.
Annales de l'Université de Lyon. Tome VI, 4. 8°........Lyon, 1893	Faculté des Sc. de Lyon.
Mémoires de l'Académie de Stanislas. 5me série, tome X. 8°. Nancy, 1893	Académie de Stanislas.
Bulletin de la Société d'Horticulture. 54me année, n° 11. 8°. Orléans, 1893	Société d'Horticulture du Loiret.
Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Beaux-Arts de Toulouse. 9me série, tomes IV, V. 8°......Toulouse, 1892-93	Académie de Toulouse.
Bulletin de la Société scientifique d'études d'Angers. 21me et 22me années. 8°.............................Angers, 1892	Société scientifique d'études d'Angers.
Revue scientifique du Bourbonnais. N°s 77-83. 8°.....Moulins, 1894	L'Editeur.
Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. Tome XXVIII. 8° ....Cherbourg, 1893	Société nationale des Sc. de Cherbourg.
Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. 4me série, tomes VI, 3-4; VII, 1, 2, 3. 8°...............Caen, 1892-93 Id. Mémoires. Vol. XVIII, 1-3. 4°................Caen, 1892-94	Société Linnéenne de Normandie.
Mémoires de l'Académie des Sciences et Belles-Lettres de Dijon. 4me série. Tome III. 8°.........................Dijon, 1893	Académie de Dijon.
Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'ouest de la France. Tomes I, II, III, IV, 1. 8°...........Nantes, 1893-94	Société des Sciences de l'ouest de la France.
Bulletin de la Société d'étude des Sciences de Béziers. Vol. XIV-XV. 8°....................................Béziers, 1892	Société des Sciences de Béziers.
Annales de la Faculté des Sciences de Marseille. Tomes II, 2-6; III, 4. 4°..................................Marseille, 1893	Faculté des Sciences de Marseille.
Annales de la Société des Sciences naturelles de la Charente-Inférieure. Année 1891, n° 28. 8° ....La Rochelle, 1892	Société des sc. naturelles de la Charente-Infér.

Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Section de médecine. Tome VI, 2, 3 ; 2me série, tome I, 1. — Section des sciences. Tome XI, 3 ; 2me série, tome I, 2. 4°. . . . . .Montpellier, 1893-94	Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.
Atti della R. Accademia dei Lincei. Rendiconti. Série 5. 1892, I, 11, 12; II, 1-12; 2me sem., II, 1-12; III. 1-9. 4°. Roma, 1893-94	Académie des Lincei.
Bollettino del R. Comitato geologico d'Italia. Vol. XXIII, 1-4; XXIV, 1-4. 8° . . . . .Roma, 1893 Id. Memorie della Carta geologica. Tome IV, 2. 4°. . . .Firenze, 1893	Comité géologique d'Italie.
Annali del Museo civico. Série 2, tomes XII, XIII. 8°. . .Genova, 1892	Musée de Gênes.
Atti della Soc. italiana di Scienze naturali. Vol. XXXIV, 1-4. 8° . . . . .Milano, 1892-94	Société des Sc. naturelles de Milan.
Memorie della R. Accademia di Sc., L., ed Arti in Modena. Vol. VIII, IX. 4°. . . . . .Modena, 1892-93	Académie royale de Modène.
Memorie della R. Accademia di Bologna. Série 5, tome II. 4°. Bologna. 1891	Académie de Bologne.
Atti della Società Toscana di Scienze naturali. *Memorie*. Tomes XII, XIII. 8°. . . . . .Pisa, 1893 Id. *Processi verbali*. Tomes VIII, IX. 8° . . . . .Pisa, 1893 Id. *Processi verbali*. Tome IX. 8° . . . . .Firenze, 1894	Société des Sciences nat. de Toscane.
Rendiconti dell' Accademia delle Scienze. Tomes VI, VII, VIII, 1-5. 4°. . . . . .Napoli, 1892-93	Académie de Naples.
Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino. T. XLII, XLIII. 4°. . . . . .Torino, 1893-94 Id. Atti. Vol. XXVIII, 1-5; XXIX, 1-15. 8° . . . . . . .Torino, 1893-94 Id. Osservazioni meteorologiche, 1892-93. 8°. . . . . .Torino, 1894	Académie Royale des Sc. de Turin.
Rassegna delle scienze geologiche in Italia. Tome II, 1-3. 8°. Roma, 1892	Journal géol. d'Italie.
Atti della Società Veneto-Trentina di Scienze. Série 2, vol. I, 1, 2; II, 1. 8°. . . . . .Padova, 1893-94 Id. Bollettino. Vol. V, 3, 4. 8°. . . . . .Padova, 1893-94	Société des Sc. natur. de Venise et du Trentin.
Atti dell' Accademia degli Agiati. 1888. 8° . . . . .Rovereto, 1888	Académie de Rovereto.
Atti del R. Istituto Veneto. Tomes L, 4-10; LI, LII, 1-3. 8°. Venezia, 1891-93	Institut royal des Sciences de Venise.
Memorie del Reale Istituto di Scienze. Vol. XVII, 2. 4°. Milano, 1892 Id. Rendiconti. Vol. XXV. 4°. . . . . .Milano, 1892	Institut royal des Sciences de Milan.
Archives du Musée Teyler. Série 3, tome IV, 1, 2. 8°. Harlem, 1893-94	Musée Teyler.
Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. T. XXVI, 4-5; XXVII; XXVIII, 1-4. 8°. . . . . .Harlem, 1892-94	Société hollandaise des Sciences.
Verhandelingen der k. Akademie van Vetenschappen. 8°. — 1re sect., I, 1-8; II, 1-6, 8. — 2me sect., I, 1-10; II, 1; III, 1-14. . . . . .Amsterdam, 1893-94	Académie Royale des Sc. d'Amsterdam.

Id. Letterkunde. I, 1-3. 8° .... Amsterdam, 1893-94	Académie Royale des Sc. d'Amsterdam.
Id. Verslagen der Zittingen 1893-94. 8° ...... Amsterdam, 1893-94	
Id. Verslagen en Mededeelingen, Letterkunde. III, 9, 10. 8°. Amsterdam, 1893-94	
Id. Jaarbœk voor 1893-94. 8° .... Amsterdam, 1893-94	
Id. Prijwers 1893-94. 8° .... Amsterdam, 1893-94	
Publications de l'Institut R. Grand-Ducal de Luxembourg. Vol. XXII. 8° .... Luxembourg, 1893	Institut royal de Luxembourg.
Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Belgique. Tomes XLVIII à L, LII. 4° . . Bruxelles, 1891-93	Académie Royale de Belgique.
Id. Mémoires couronnés et autres. Tome XLVI. 8° . . . Bruxelles, 1892	
Id. Annuaire pour 1892-93 .... Bruxelles, 1893	
Id. Bulletin. 5me série, tomes XXII à XXV. 8° .... Bruxelles, 1891-93	
Concours de la Société libre d'Emulation. IX. Inventaire. 8°. Liége, 1893	Société libre d'Emulation de Liége.
Annales de la Société entomologique de Belgique. Tome XXXVII. 8° .... Bruxelles, 1893	Société entomologique de Belgique.
Mémoires. 1892, 1, 2. 4° .... Bruxelles, 1893	
Annaes de Ciencias naturaes. Tome I, 1-4. 8° .... Porto, 1894	L'éditeur A. Nobre.
Proceedings of the Royal Institution of Great Britain. Vol. XIV, 1. 8° .... London, 1894	Institution Royale de la Grande-Bretagne.
British Association for the advancement of Science. 62th and 63th Meetings. 8° .... London, 1893-94	Association britann. pour l'avancem. des Sciences.
Philosophical Transactions. Vol. 183, 184, A et B. 4°. London, 1893-94	Société Royale de Londres.
Proceedings. Nos 317-339. 8° .... London, 1893-94	
List of Fellows for 1893. 4° .... London, 1893	
Id. Catalogue of scientific Papers. 1874-83. 4° .... London, 1894	
Astronomical and Magnetical and Meteorological Observations made at the Royal Observatory Greenwich, in the year 1891. 4° .... London, 1893	Amirauté anglaise.
Id. Greenwich Observations, 1889-90.......... Greenwich, 1891-92	
Id. Catalogue of 258 fondamentals Stars. 4° .... London, 1893	
Monthly Notices. Vol. LIII, 2-9 ; LIV, 1-9 ; LV, 1. 8°. London, 1892-93	Société astronomique de Londres.
Weekly Weather Report. Vol. IX, X, XI. 4° ...... London, 1893-94	Bureau météorologique.
Hourly Means, 1889-90. 4° .... London, 1892-93	
Quarterly Summary, X, XI. 4° .... London, 1892-93	
Meteorological Observations of Stations of second order. 1888-89. 4° .... London, 1892-93	
Report of the Meteorological Council. 1891-92 .... London, 1893	
The Journal of comparative Neurology. Vol. III. 8° .... London, 1893	Journal de Nevrologie de Londres.
The Geographical Journal. Vol. I, II, III, IV, 1-6. 8°. London, 1893-94	Société Royale de Géographie de Londres.

Quarterly Journal of the Geol. Soc. Nos 192-198. 8°.	London, 1893-94	Société géologique de Londres.
Id. List for 1894. 8°	London, 1894	
Nature. Nos 1210-1311. 4°	London, 1893-94	Les Editeurs.
Transactions of the Linnean Society of London. Zoology. Vol V, 8-11; VI, 1, 2. 4°	London, 1893	Société Linnéenne de Londres.
Id. Botany. Vol. III, part. 8-11; IV, 1. 4°	London 1893-94	
Id. Journal. Zoology. Nos 152-157. 8°	London, 1893-94	
Id. Botany. Nos 202-208. 8°	London, 1893-94	
List for 1892-94. 8°	London, 1894	
Id. Catalogue. Part. 2. 8°	London, 1894	
Id. Proceedings. Oct. 1893-May 1894. 8°	London, 1894	
Journal of the R. Microscopical Society. 1893, 1-6; 1894, 1-5. 8°	London, 1893-94	Société R. de Microscopie de Londres.
Proceedings of the Zoological Society of London 1892, 4; 1893, 1-4; 1894, 1-3. 8°	London, 1893-94	Société zoologique de Londres.
Id. Transactions. Vol. XIII, 5-9. 4°	London, 1893-94	
Proceedings of the Birmingham Philosophical Society. Vol. VIII, 1, 2. 8°	Birmingham, 1893-94	Société des Sc. naturelles de Birmingham.
Id. Report. 1893. 8°	Birmingham, 1894	
Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. Vol. VIII, 1-3. 8°	Cambridge, 1893-94	Société des Sc. naturelles de Cambridge.
Id. Transactions. Vol. XV. 4°	Cambridge, 1894	
Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society. Vol. VI, VII, VIII	Manchester, 1893-94	Société des Sc. naturelles de Manchester.
Proceedings and Transactions of the Liverpool biological Society. Vol. VII, VIII. 8°	Liverpool, 1893-94	Société biologique de Liverpool.
Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXVII, 2. 4°	Edinburgh, 1893	Société Royale d'Édimbourg.
Id. Proceedings. Vol. XIX. 8°	Edinburgh, 1893	
Proceedings of the Royal Physical Society of Edinburgh. Sessions 1891-94. 8°	Edinburgh, 1892-94	Société Roy. de physique d'Édimbourg.
Transactions of the Edinburgh geological Society. Vol. VI, 5; VII, 1. 8°	Edinburgh, 1893-94	Société géologique d'Édimbourg.
Proceedings of the Royal Irish Academy. 3me série, vol. II, 3-5; III, 1. 8°	Dublin, 1892-93	Académie royale d'Irlande.
Id. Transactions. Vol. XXX, 1-4. 4°	Dublin, 1892-93	
Proceedings of the Royal Dublin Society. Vol. VII, 5; VIII, 1, 2. 8°	Dublin, 1892-93	Société Royale de Dublin.
Id. Transactions. Vol. IV, 14; V, 1-4. 4°	Dublin, 1892-93	
Mémoires de l'Académie royale de Copenhague. Vol. VII, 3, 6-9. 4°	Copenhague, 1893	Académie Royale de Copenhague.
Id. Bulletin. 1893, 1-3; 1894, 1, 2. 8°	Copenhague, 1893-94	
Ofversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Forhandlingar. Vol. XLVI-L. 8°	Stockholm, 1890-93	Académie Royale de Suède.

Id. Handlingar. Vol. XXII à XXV. 4°..........Stockholm, 1886-91	Académie Royale de Suède.
Id. Bihang. Vol. 14-18. 8°.................Stockholm, 1886-91	
Id. Lefnadsteckningar. Vol. III, 1, 2. 8°.......Stockholm, 1891-94	
Id. Meteorologiska Jaktagelser. Vol. 27-32. 4°..Stockholm, 1885-90	
Id. Liste des membres. 1890-93	
Id. Carl Wilhems Scheeles Bref. 8°..............Stockholm, 1892	
Id. Carl von Linnés. Brefvexling 4° ....Stockholm, 1885	
Entomologisk Tidjskrift. 14me année, nos 1-4. 8°............ Stockholm, 1892-93	Société entomologique de Stockholm.
Sveriges offentliga Bibliothek. Accessions Catalog. 7-8. 8°. Stockholm, 1893-94	Bibliot. de Stockholm.
Nova Acta Regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis. Vol. XV, 1; XVI. 4° ....Upsala, 1892-93	Société des Sciences d'Upsala.
Acta Universitatis Lundensis. Tomes XXVIII, XXIX. 4°. Lund, 1891-93	Université de Lund.
E Museo Lundii. Vol. II, 1. 4° ....Kjobenhavn, 1893	
Christiania Videnskabs-Selskabs. Forhandlinger 1891-93. 8°. Christiania, 1891-94	Société des Sciences de Christiania.
Id. Oversigt pro 1891-93. 8° ....Christiania, 1891-94	
Archiv for Mathematik og Naturvidenskab. Vol. XV, 1-4; XVI, 1. 8°.................................Christiania, 1893-94	Université de Christiania.
Nyt. Magazin for Naturvidenskaberna. Tomes XXXII, 3-4; XXXIII; XXXIV, 1. 8°.....................Christiania, 1893	
Bergens Museums Aarsberetning for 1891-93. 8° ..Bergen, 1892-93	Musée de Bergen.
Stavanger Museums Aarsberetning for 1892. 8° ....Stavanger, 1893	Musée de Stavanger.
Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St-Pétersbourg. 7me série, tomes XXXVIII, 14; XL, 1; LI, 5. 4°. St-Pétersbourg, 1892-93	Académie impériale de St-Pétersbourg.
Id. Bulletin. Vol. IV, 1-2. 8°............St-Pétersbourg, 1893-94	
Annalen des physikalischen Central-Observatoriums. Jahrg. 1892, 1, 2. 4°..............................St-Pétersbourg, 1893	Observatoire physique central de Russie.
Repertorium für Meteorologie. Bd. XVI. 4°....St-Pétersbourg, 1893	
Acta Horti Petropolitani. Vol. XII, 2; XIII, 1. 8°............ St-Pétersbourg, 1893-94	Société botanique de St-Pétersbourg.
Sitzungsberichte der Naturforscher Gesellschaft. Bd. X, 2. 8°. Dorpat, 1893	Société des Naturalistes de Dorpat.
Id. Archiv für die Naturkunde. Bd. X, 3, 4. 8°.......Dorpat, 1893	
Acta Societatis Scientiarum Fennicæ. Tome XIX. 4°. Helsingfors, 1893	Société des Sciences de Finlande.
Œfversigt af Finska Vetenskaps-Soc. Förhandlingar. T. XXXIV, XXXV. 8°..........................Helsingfors, 1892-93	
Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk. Cahiers 51-53. 8°..............................Helsingfors, 1892-93	
Observations publiées par l'Institut météorologique. Vol. III, IV, V, IX, X, p. 1, et 1887-89. 4°...........Helsingfors, 1892-93	

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. 1892, 3, 4; 1893; 1894, 1, 2. 8° . . . . Moscou, 1893-94	Société des Naturalistes de Moscou.
Bulletin de la Société physico-mathématique de Kasan. 2me série, vol. II, III, IV, 1-2. 8° . . . . Kasan, 1892-94	Société physico-mathématique de Kasan.
Publications de la Société commerciale pro 1892. 8°. . Irkutschk, 1894 Id. Bulletin. Tome XXIV, 1, 3, 4. 8°. . . . . Irkutschk, 1893	Société commerciale d'Irkoutsk.
Abhandlungen der Kön. preussischen Akademie d. Wissenschaften zu Berlin aus den Jahren 1892-93. 4° . . . . Berlin, 1892-93 Id. Sitzungsberichte. 1892, 41-45; 1893, 26-53; 1894, 1-38. 8° . . . . Berlin, 1892-93	Académie royale de Berlin.
Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. XLIV, 3; XLV; XLVI, 1. 8° . . . . Berlin, 1892-93	Société géologique allemande.
Jahresbericht des K. geodätischen Instituts. 1891-93. 8°. Berlin, 1893-94 Id. Europäische Längegradmessung. Heft 1. 4° . . . . Berlin, 1893	Institut géodésique de Prusse.
Wissenschaftliche Abhandlungen der physikalisch-technischen Reichsanstalt. Bd. I. 4° . . . . Berlin, 1894 Id. Bericht. 5. 8° . . . . Berlin, 1894	Institut physico-technique d'Allemagne.
70ter und 71ter Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterl. Cultur. 8° . . . . Breslau, 1893-94	Société des Sc. naturelles de Breslau.
Schriften der physikal.-œkonom. Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. XXXIII-XXXIV. 4° . . . . Königsberg, 1892	Société de physique de Königsberg.
Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Dantzig. N. F. Bd. VIII, 3, 4. 8° . . . . Dantzig, 1893	Société des Sc. naturelles de Dantzig.
Jahrbuch der Hamburgischen Wiss. Anstalten. Jahrg. X, 1, 2. 8° . . . . Hamburg, 1893 Das Grundwasser in Hamburg, 1. 4° . . . . Hamburg, 1893	Institut scientifique de Hambourg.
Berichte der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde. 1889-92. 8° . . . . Hanau, 1893	Société des Sciences de Hanau.
Berichte über die Verhandl. der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. 1892, 4-6; 1893, 1-9; 1894, 1. 8°. Leipzig, 1892-94 Id. Abhandlungen. Bd. XIX, XX, XXI, 1, 2, 8° . . . Leipzig, 1893-94	Société R. des Sciences de Saxe.
Sitzungsberichte der naturforschenden Gesellschaft. Jahrg. 1891-92. 8° . . . . Leipzig, 1892-93 Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 65, 6; 66, 1-6; 67. 8° . . . . Leipzig, 1892-94	Société des Sciences naturelles de Leipzig.
Jahrbuch des k. sächs. meteorologischen Institut. Jahrg. IX, 2. 8° . . . . Chemnitz, 1893 Id. Bericht pro 1893. 4° . . . . Chemnitz, 1894 Ergebnisse der meteor. Beobachtungen. 1892-93. Chemnitz, 1893-94 Das Klima des k. Sachsen. Hefte 1, 2. 4° . . . . Chemnitz, 1892-93	Institut R. météorologique de Saxe.
Jahresbericht des Vereins für Naturkunde. 1892-93. . Zwickau, 1893	Soc. des Sc. de Hanau.
Nova Acta Academiæ C. L. Car. Germ. Naturæ Curiosorum. Bd. LVII, LVIII, LIX, LX. 4° . . . . Halle a. S., 1892-94	Société des Sciences nat. de Halle a. S.

Id. Catalog der Bibliothek. 1893. 8°...................... Halle a. S., 1893	Société des Sciences nat. de Halle a. S.
Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XXVII, 3, 4; XXVIII,; XXIX, 1. 8° .... Iena, 1892-93 Vergleichen anatomische Untersuchungen an Walthieren. 2te Th. 4°...................................... Iena, 1893	Soc. de méd. et d'hist. nat. de Iéna.
Nachrichten der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. 1893, 1894, 1-3. 8°............... Göttingen, 1893-94	Soc. R. des Sciences de Göttingen.
Schriften des naturwiss. Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. X, 1. 8°.. Kiel, 1893	Société des Sciences du Schleswig-Holstein.
Jahresbericht des Vereins für Naturwissenchaft. Bd. VII. 8°. Braunschweig, 1889-91	Société des Sc. naturelles de Brünswick.
Verhandlungen des naturhistorischen Vereins. Bd. XLIX, 2; L; LI, 1. 8° .... Bonn, 1893-94	Société d'Hist. naturelle de la Prusse rhénane.
21ter Jahresbericht des Vereins für Wissenschaft und Kunst. 8°. Münster, 1893	Société des Sciences de Westphalie.
Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. 1893-94. 8°...................... Frankfurt a/M., 1893-94 Id. Abhandlungen. Bd. XVIII, 1-3. 8°..... Frankfurt a/M., 1893-94 Id. Catalog. der Reptilen Sammlung. 1te Theil. 8° .... Frankfurt a/M., 1893	Société Senckenbergienne.
Jahreshefte des Vereins für vaterlandische Naturkunde. 8°. Stuttgart, 1893	Société des Sciences nat. de Wurtemberg.
Berichte über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Freiburg in Baden, Bd. VII, 1, 2; VIII. 8°. Freiburg in Baden, 1893-94	Société des Sciences naturelles de Fribourg en Brisgau.
Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Décembre 1892 à octobre 1894. 8° .... Mulhouse, 1892-94 Id. Suppl. Programme des prix. 8°............... Mulhouse, 1893	Société industrielle de Mulhouse.
Abhandlungen der math.-phys. Classe der k. Akademie der Wissenschaften. Bd. XVII, 3; XVIII, 1, 2. 4°..... München, 1892-94 Id. Sitzungsberichte, 1892, 3; 1893, 1-3; 1894, 1-3. 8°. München, 1893-94 Id. Festrede. 4°.............................. München, 1894	Académie de Munich.
Berichte der Bayerischen botanischen Gesellschaft. Bd. II, III. 8°.................................. München, 1892-93	Société botanique de Bavière.
Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. 1892, 1-10; 1893, 1-13. 8°.... Würzburg, 1892-93 Id. Verhandlungen. Bd. XXVI, XXVII. 8°...... Würzburg, 1892-93	Société physico-médicale de Wurzbourg.
31ter Bericht des naturhist. Vereins in Augsburg. 8°. Augsburg, 1894	Soc Sc. nat. d'Augsbourg.
Sitzungsberichte der phys.-med. Gesellschaft zu Erlangen. Heft 25. 8° .... Erlangen, 1893	Société physico-médicale d'Erlangen.

Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathem.-naturwiss. Klasse. 1[te] Abtheilung. C, 8-10; CI, 1-10. — 2[te] Abtheilung. *a.*, C, 8-10; CI, 1-10. *b.*, C, 8-10; CI, 1-10. — 3[te] Abtheilung. C, 8-10; CI, 1-10. 8° .... Wien, 1891-92 Id. Register. XIII .... Id. Denkschriften. Vol. LIX. 4° .... Wien, 1892	Académie Imp. des Sc. de Vienne.
Jahrbuch der k. k. geologischen Reichanstalt. Bd. XLII, 2-4; XLIII, 1-4; XLIV, 1. 8° .... Wien, 1892-94 Id. Verhandlungen. 1892, 11-18; 1893; 1894, 1-9. 8°. Wien, 1892-94 Id. Abhandlungen. Bd. XV, 4-5; XVII, 3. 4° .... Wien, 1893	Institut géologique d'Autriche.
Mittheilungen der Section für Naturkunde des östereichischen Touristen-Club. Jahrg. 4, 5. 4° .... Wien, 1892-93	Club des Touristes autrichiens.
Verhandlungen der k. k. zoologische-botanischen Gesellschaft in Wien. Bd. XLII, 3-4; XLIII, 1, 2; XLIV, 1, 2. 8°. Wien, 1892-94	Société zoologique-botanique de Vienne.
Astronomische Arbeiten des k. k. Gradmessungs-Burean. 4°. Wien, 1892 Id. Verhandlungen. Vol. IV, V. 8° .... Wien, 1893-94	Bureau géodésique de Vienne.
Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien. Bd. XXXV. 8° .... Wien, 1892 Bericht über das 18[te] Vereinsjahr. 8° .... Wien, 1893	Société Imp. de Géographie de Vienne.
Annalen der k. k. naturhistorischen Hofmuseums. Bd. VII, 3, 4; VIII, 1, 2. 8° .... Wien, 1893	Musée de Vienne.
Mittheilungen des naturwiss. Vereins für Steiermark. 1892. 8°. Graz, 1893	Société des Sciences naturelles du Steiermark.
Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1892-93. 8° .... Prag, 1893-94	Observatoire de Prague.
Sitzungsberichte der k. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. Jahrg. 1892-93. 8° .... Prag, 1893-94 Id. Jahresbericht. 1892-93. 8° .... Prag, 1893-94	Société des Sc. naturelles de Bohême.
Bulletin international de l'Académie François-Joseph I[er]. Classe des Sciences. 1894, I. 8° .... Prag, 1894	Académie François-Joseph.
Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus. 1892, 12; 1893; 1894, 1-9. 8° .... Cracovie, 1893-94	Académie des Sciences de Cracovie.
Magyar Tudomanyos Akademia Almanach. 1893. 8°. Budapest, 1892-93 Id. Mémoires des sciences naturelles. XXII, 4-8; XXIII, 1-2. 8°. Budapest, 1892-93 Id. Mémoires des sciences math. XXIV, 1, 3. 8° .. Budapest, 1892-93 Id. Bulletin. X, 8, 9; XI, 1-5. 8° .... Budapest, 1892-93 Id. Mémoires publiés. XXV, 1-3. 8° .... Budapest, 1892-93 Id. Berichte. X, 1, 2. 8° .... Budapest, 1892-93 Id. Rapport. 1892. 8° .... Budapest, 1892-93	Académie Hongroise.

Bulletin de la Société des naturalistes de Jassy. Vol. VI, 6; VII, 1-3, 5, 6; VIII, 1. 8 ....Jassy, 1892-93	Société des Naturalistes de Jassy.
Orvos-Termeszettudomanyi Ertsitö. XVII, II, 1-3; XVIII, II, 1, 2. 8° ....Koloswart, 1893-94	Société scientifique de Koloswar.
Mémoires et Comptes rendus de la Société royale du Canada. Tomes X, XI. 4° ....Montréal, 1893-94	Société royale du Canada.
Contribution to Canadian Palæontology. Vol. I, 4. 8°...Ottawa, 1892	Geological Survey du Canada.
Catalogue of the Museum. Section 1. 8° ....Ottawa, 1893	
Id. of Canadian Rocks. 8°.........................Ottawa, 1893	
Rapport de la Commission de géologie. Tome V, 1, 2 8°. Ottawa, 1893	
Transactions of the Canadian Institute. 1892, p. 5. 8°. Toronto, 1893	Institut Canadien.
Summary of the Canadian Naturalist. 8° ....Toronto, 1893	
Proceedings and Transactions of the Nova Scotian Institute of Science. 2me série, I, 2. 8° ....Halifax, 1892	Institut de la Nouvelle-Écosse.
Report of the Secretary of Agriculture for 1891. 8°. Washington, 1892	Département de l'Agriculture des États-Unis.
Division of Entomology; bulletin n° 28. 8°.......Washington, 1893	
The hawks and owls. 8°................................ 1893	
North American Fauna, Vol. II, 7-4. 8°.........Washington, 1893	
Contributions to North American Ethnology. Vol. VII. 4° Washington, 1850	Institution Smithsonienne.
7th and 8th Annual Report of the Bureau of Ethnology. 8°. Washington, 1891	
Bibliography of the Athapaxan, Chinookan and Salishan languages. 8° ....Washington, 1892-93	
Smithsonian miscellaneous Collections, 24-26. 8° . . Washington, 1893	
Id. The Mechanics of the Earth Atmosphere.	
Id. S. P. Langley. The internal Work of the Wind. 4°. Washington, 1893	
Smithsonian meteorological tables. 8°...........Washington, 1893	
Bulletin of the United States National Museum. 43, 46. 8°. Washington, 1893	
Id. Proceedings. Vol. XIV, XV, XVI. 8° ......Washington, 1891-93	
Annual Report of the Board of Regents, 1890-1892. 8°. Washington, 1891-93	
Bulletin of the U. S. Geological Survey. Nos 82-117. 8°. Washington, 1893-94	Geological Survey des États-Unis.
Id. Monographs. Vol. XIX à XXII. 4° ....Washington, 1893	
Id. 11th Annual Report. 4°....................Washington, 1893	
Id. Mineral Ressources for 1891-93. 8°......Washington, 1893-94	
Atlas of the Eureka District, folio 1883..........Washington, 1883	
The Microscope. Vol. II, 2. 8° ....Washington, 1894	Les Éditeurs.
Proceedings of the American Association for the Advancement of Science. Vol. 41.. 8°.......................Salem, 1890-92	Association américaine pr l'avancement des Sciences.

New York State Museum, Annual reports, 44-46. in-8°. New York, 1892-94	Musée de New-York.
Annals of the New-York Academy of Sciences. Vol. VII, VIII, 1-3. 8° .... New-York, 1893-94 Id. Transactions. Vol. XI, XII. 8° .... New-York, 1891-93	Académie des Sciences de New-York.
Transactions of the Meriden scientific Association. 8°. .... Meriden, 1893	Société scientifique de Meriden.
Bulletin of the Buffalo Society of the natural sciences. Vol. VIII, 2; IX, 1. 8° .... Buffalo, 1892-93	Société des Sciences nat. de Buffalo.
American Journal of Science, nos 285-288. 8°. . New-Haven, 1892-94	Les Éditeurs.
Reports for the years 1892-94 of the Observatory of Yale University. 8°. .... New-Haven, 1893-94	Observatoire de Yale.
Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. N. S. Vol. XIX-XX. 8°. .... Boston, 1893-94	Académie américaine des Sciences et des Arts.
Tufts College Studies, nos 1-3. 8°. .... Tufts College, Mass.	Collége de Tuft.
Memoirs of the Boston Society of Natural History. Vol. IV, nos 10-11. 4° .... Boston, 1892-93 Id. Proceedings Vol. XXV, XXVI, 1. 8° .... Boston, 1892-93 Id. Occasional Papers. Vol. I, 1. 8° .... Boston, 1893	Société des Sciences de Boston.
Transactions of the Kansas Academy of Science. Vol. XIII. 8°. Topeka, 1893	Académie du Kansas.
Fourth and fifth annual Reports of the Missouri Botanical Garden. St-Louis, 1893-94	Jardin botanique du Missouri.
Memoirs of the Museum of Comp. Zoology at Harvard College. Vol. XIV, 3. 4° .... Cambridge, 1893 Id. Bulletin. XXIII-XXIV. 8° .... Id. Annual Report, 1891-93................ Cambridge, 1892-93	Musée de Zoologie comparée de Harvard College.
Annals of the Astronomical Observatory at Harvard College. Vol. XV, 2; XXIX, XXX, XXXI, XL, 4° . . . Cambridge, 1892-93 Id. Report, 1893	Observatoire de Harvard College.
Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XII, 1. 4°.................................... Cambridge, 1893	Académie de Cambridge.
Bulletin of the Essex Institute. Vol. XXIII, XXIV, XXV, 1-3. 8°... Salem, 1893 Id. Sermon. 8°.............................. Salem, 1893	Institut de l'Essex.
Proceedings of the Academy of Natural Sciences; 1892, 2-3; 1893, 1. 8° .... Philadelphia, 1892-93 Id. Journal, 2nd ser. Vol. IX, 3; X, 1. 4°....... Philadelphie, 1892	Académie des Sciences nat. de Philadelphie.
Transactions of the Wagner free Institute. Vol. III, 2. 8°. Philadelphia, 1892	Institut Wagner.
John Hopkins University circulars, nos 102-114. 4°. Baltimore, 1893	Université J. Hopkins.
Proceedings of the Rochester Academy of Science. Vol. II, 1-2. 8° .... Rochester, 1892-93	Académie de Rochester.
Transactions of the Albany Institute. Vol. XII. 8° ...... Albany, 1893	Institut d'Albany.

Transactions of the Academy ot Science. Vol. VI, 1-8 8°. St-Louis, 1892-93	Académie de St-Louis.
Journal of comparative Neurology. Vol. II, IV. 8°.....Granville, 1893	Les Éditeurs.
Occasional papers of the Natural History Society of Wisconsin. 8°....................................Milwaukee, 1892	Société scientifique du Wisconsin.
Transactions of the Wisconsin Academy. Vol. VIII, 8°Madison, 1891-92	Académie du Wisconsin.
Transactions of the American Philosophical Society, Vol. XVII, 3; XVIII, 1. 4°..........................Philadelphia, 1893 Id. Proceedings. N°s 139-141. 8°...........Philadelphia, 1892-93	Société américaine des Sciences naturelles.
Occasional Papers of the California Academy of Sciences. III, IV. 8°...............................San Francisco, 1893 Id. Proceedings. Second ser. Vol. III, 2. 8°.....San Francisco, 1893 Id. Memoirs. Vol. II, 3. 4°.................San Francisco, 1894 Id. Zoe. Vol. I, II, 1-4. 8°..............San Francisco, 1890-92	Académie des Sciences de Californie.
Memorias y Revista de la Sociedad cientifica Antonio Alzate. Vol. VI, 3-12; VII, 1-12. 8°....................Mexico, 1892-93	Société A. Alzate.
Boletin del Observatorio de Tacubaya. Vol. I, 13-18. 8°. Tacubaya, 1893-94 Id. .Annuario, XIV, XV. 8° ....Mexico, 1893-94	Observatoire de Tacubaya.
Boletin de la Riqueza publica de los Estados unitos de Venezuela. Vol. III, IV. 8°..........................Caracas, 1892-93 Id. Codigo de Minas. 8°.........................Caracas. 1893 Id. Exposicion del Ministro do Fomento. 4°..........Caracas, 1893	Gouvernement du Venezuela.
Actes de la Société scientifique du Chili. Vol II, 3; III, 3. 8° Santiago, 1893-94 Verhandlungen des deutschen wiss. Vereins zu Santiago. Vol. II, 5-6. 8° ....Santiago, 1893	Société scientifique du Chili.
Boletin de la Academia nacional de Ciencias en Cordoba. X, 4; XI, 1-4; XIII, 1-4. 8°................Buenos Ayres, 1890-93	Académie des sciences de Cordoba.
Anales del Museo nacional. Vol. I, II, 8°..........Montevideo, 1894	Musée de Montevideo.
Boletin geologico do Estado Minas Geraes. N°1. 8e. Rio de Janeiro, 1894 Contributions to the Paleontology of Brazil. 4°...Rio de Janeiro, 1888	Service géologique du Brésil.
Anales del Museo nacional de Costa Rica. Vol. III, IV. 8°. San José, 1893-94 Id. Etnologia centroamericana. 8°.................Madrid, 1893 Un projecto de Ley. 8°.........................Madrid, 1893	Musée de Costa Rica.
Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. 1890-92, 2-10; 1893, 1-10. 8°..........................Calcutta, 1890-94 Id. Journal, 57, 59, 61, 62; II, 4; I, 2-4; III, 1-3. 8°. Calcutta, 1892-94	Société asiatique du Bengale.
Records of the Geological Survey of India. Vol. XXV, 4; XXVI, 1-4; XXVII, 1-3. 8°.....................Calcutta, 1892-93 Id. Memoirs. Ser. IX, vol. I, 1. 8°................Calcutta, 1893 Id. Manual of Geology. 8° ....Calcutta, 1893	Commission géologique de l'Inde.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandische-Indië. Vol. LII, LIII. 8° . . . . . . Batavia, 1893	Société roy[le] des Sciences des Indes néerland[ses].
Journal of the seismological Society of Japan. Vol. I, II, III, 8° Yokohama, 1892-94	Société seismologique du Japon.
Annals of the Cape Observatory. Vol. I, 2-4. 8° . . . . . Capetown, 1893 Id. Report of the Astronomer. . . . . . . 1889-93 Id. Heliometer observations. 8° . . . . . . London, 1893	Observatoire du Cap.
Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. Vol. VIII, 1, 3, 4. 8° . . . . . . Sidney, 1893-94 *N. A. Cobb.* Host and habitat index of the Australian fungi. 8° . . . . . . Sydney, 1893	Société Linnéenne de la Nouvelle Galles du Sud.
Proceedings of the Royal Society of Victoria. Vol. IV, 2; V, VI. 8° . . . . . . Melbourne, 1892-93 Id. Exhibition building. 8° . . . . . . Melbourne, 1894	Société Roy. de Victoria.
Transactions of the Royal Society of South Australia. Vol. XVI, 1-2; XVII, 1-2. 4° . . . . . . Adelaïde, 1892-93	Société royale de l'Australie du Sud.
The Proceedings of the Royal Society of Queensland. Vol. IX, X. 8° . . . . . . Brisbane, 1893	Société royale du Queensland.
D[r] Ernst Huth. Societatum litteræ. 6. Jahrg., 11-12; 7° 1-2; 8°, 1-9. 8° . . . . . . Frankfurt a./M., 1892-94 *Id.* Helios. 10. Jahrg. 9-12; 11[e], 1-12; 12[e], 1-6. 8°. . . . . Frankfurt a./M., 1893-94 *D[r] R. Wolf.* Astronomische Mittheilungen. LXXX, LXXXI. 8.. Zurich, 1892 *Id.* Meteorologische Zeitschrift, Juin 1892. 8°. . . . . . . Zurich, 1892 *S. H. Scudder.* The tropical faunal elements of our southern nymphalinæ. 8° . . . . . . Boston, 1892 *S. A. le Prince de Monaco.* Projets d'observatoires météorologiques. 4° . . . . . . Paris. 1892 *Id.* Résultats des campagnes scientifiques, fasc. III et IV. 8. Monaco, 1892-98 *Prof. Torossi.* L'embrione del boa constrictor. 8° . . . . . . Vicenza, 1893 *Renevier et Lugeon.* Géologie du Chablais et du Faucigny. 8°. Lausanne, 1893 *E. Renevier.* Bélemnites aptiennes. 8° . . . . . . Lausanne, 1893 *James Jackson.* Tableau de diverses vitesses en mètres. 8°. Nice, 1893 *H. Ebert et E. Wiedemann.* 3 brochures sur l'électricité. 8°. Leipzig, 1893 *D[r] Sulzer.* Annales d'oculistique. CVII, 6; CVIII, 1-5; CIX, 1-2. 8° . . . . . . Paris, 1892-93 *John Briquet.* Monographie du genre Galaeopsis. 4°. . Bruxelles, 1893 *D[rs] D'Espine et Marignac.* Note sur une espèce de Streptocoque. 8° . . . . . . Genève, 1892 *Id.* Observation de purpurea hæmorrhagica. 8° . . . . . . Genève, 1892	Don des auteurs.

Vallot, Delebecque et Duparc. Sur la catastrophe de St-Gervais, 8°....................................Genève, 1892
Crepin. Rapport sur l'ouvrage de M. Briquet........Bruxelles, 1892
Prof. Renevier. Procès-verbal des séances de la Commission internationale de la carte géologique d'Europe. 8°....Lausanne, 1892
Dr Lager. 4 brochures de botanique. 8°...........Paris, 1891-92
A. Michelson. On the application of interference methods to spectroscopic measurement. 4° ....Washington, 1892
Ch.-Éd. Guillaume. Unités et étalons. 12° ....Paris, 1893
S. A. le prince de Monaco. Résultats des campagnes scientifiques. 1893, fasc. 5 et 6. 8°...................Monaco, 1893
Harlé. Observations sur les restes d'éléphants du sud-ouest de la France. 8°...............................Toulouse, 1893
Héribauld. Les diatomées d'Auvergne. 8° ....Paris, 1893
M. Micheli. Alph. de Candolle et son œuvre scientifique. 8°. Genève, 1893
P. de Heen. La chaleur. 8°.......................Liége, 1894
F. de Fonseca Benevides. Elementes de Balistica. 8°....Lisboa, 1882
Ch. Sarasin. Étude sur les Oppelia. 8°...............Paris, 1893
Id. De l'origine des roches exotiques du Flysch. 8°....Genève, 1894
Dr G. de Simone. Della zoofitogenia dei Moscherini del Caprifico, 8°.......................................Andria, 1893
S. H. Scudder. The American tertiary aphidæ. 8° .Washington, 1894
Preudhomme de Borre. Coléoptères de la province de Liége. 8°. Liège, 1881-1889
A.-F. Faure. Les criquets pèlerins en Algérie. 8°. Schaffhausen, 1894
Torquato Taramelli. Della storia geologica del Lago di Garda. 8°. Roveredo, 1894
Ch.-Ed. Guillaume. Thermomètres étalons et étude des mètres prototypes. 4° ....Paris, 1894
S. H. Scudder. The effect of glaciation of the glacial period on the présent fauna of North America. 8°.........Cambridge, 1894
Ed. Harlé. Restes d'élan et de lion. 8° ....Paris, 1894
Id. Restes de marmottes. 8°....................Toulouse, 1894
Prof. C. Emery. Estudios sobre las Hormigas de Costa Rica. 8°. San José, 1894
Ed. Lullin. Notice sur les installations de la Compagnie de l'industrie électrique. 8°.........................Genève, 1894
H. Dufour. Leçons de physique. 4°..............Lausanne, 1893
Jubilé de M. Pasteur. 4°..........................Paris, 1893
Feier des 100 jahrigen Geburtstages des Dr J. J. Bæyer. 4°. Berlin, 1894
S. H. Scudder. Tertiary Tipulidæ. 8°...........Philadelphia, 1894
Id. Centophili. 8°..........................Philadelphia, 1894

} Don des auteurs.

M. Edouard Harlé. Découverte d'ossements d'hyènes rayées dans la grotte de Montsaunès (Hte-Garonne). Br. 8°. . . . . . . Paris, 1894
Prof. Dr Hermann Ebert. 6 brochures traitant l'électro-chimie ; tirés à part de 4 différentes publications scientifiques.
Id. Gedächnissrede über Heinrich Hertz. Separat. Sitzungsberichte . . . . Erlangen, 1894
E. Frey-Gessner. Liste des orthoptères récoltés à Oran et environs par MM. Dr A. Forel et Dr L. Zehntner. — Nidification de Chalicodoma muraria Linn. 2 broch. 8°, tirés à part du *Bulletin* de la Soc. entom. suisse . . . . Schaffhausen, 1894
Id. Tables analytiques pour la détermination des Hyménoptères du Valais (suite), tiré à part du *Bulletin* de la Société Murithienne du Valais. 8°. . . . . Sion, 1894
F. R. S. Wilde Henry. Sur l'origine des corps simples et sur l'existence de relations nouvelles entre leur poids atomiques. 1 broch. 4° . . . . Londres, 1892
Prof. Dr Fr. Goppelsrœder. Sur la crémation. 8°. . . Mulhouse, 1890
Victor Fatio. Catalogue des oiseaux de la Suisse. IIe livrais. 8°. Berne, 1894
Ugo Basso della Rovere. L'arte di ricordare. Lezione 1-4. 12°. Acqui, 1894
Jaques Brun. Espèces nouvelles de Diatomées. 4°. . . . . . . Tours, 1894
E. Ador. Notice biographique sur J.-C. de Marignac. 8°. Genève, 1894
W. A. Michelson. Sur l'inflammation normale des gaz explosifs. 8° . . . . Moscou, 1890

} Don des auteurs.

La Société a en outre reçu de la rédaction des *Archives des sciences physiques et naturelles* les volumes suivants :

Tableaux graphiques des températures de l'air et des hauteurs pluviales pour les bassins de nos rivières suisses. fol°. . . . . Berne, 1890-91
Tableaux graphiques des observations hydrométriques des bassins de nos sept rivières en Suisse. Fol°. . . . . Berne, 1891-93
Observations hydrométriques suisses. Tables de récapitulation des principaux résultats. Fol°. Berne, 1889
La correction des torrents en Suisse. 2me livraison. 4°. . . . . Berne, 1892
Nivellement de précision de la Suisse, livr. 9 et 10, 1891. 4°. . . . . Berne. 1891
Catalogue d'étoiles lunaires. Observatoire de Neuchâtel, 1891. 4°. . . . . Neuchâtel, 1891
Jean Rossi. Contribution à l'étude bactériologique des eaux (thèse). 8°. . . . . Genève, 1894
Alfred Ditte. Leçons sur les métaux, 2me fasc. 4°. . . . . Paris, 1891
Étude sur le climat de Pau. 8°. . . . . Toulouse, 1891
Note de géographie littorale. 8°. . . . . Paris, 1892
F. Folie. Sur un phénomène d'optique atmosphérique observé dans les Alpes. 8e. . . Bruxelles, 1892

The weekly weather report of the Meteorological Office for 1891, with the summaries and appendice, 4°..London, 1891
Hourly means of the readings obtained from the self-recording instruments at the 4 observatories. 4°..London, 1888
Harmonic analysis of hourly observations of air temperature and pressure. 4°.......London, 1891
Ten years sunshine in the British isles, 1881-1890. 8°......................London, 1890
Report of the Meteorological Council of the Royal Society, from 1/IV 1890 to 31/III 1891. 8°. London, 1891
L'electricità e la vegetazione. Esperienze. 2ª serie. 8°......................Firenze, 1892
Dizionario bio-bibliografico delli scrittori pugliesi vivanti... e morti. 8°............Napoli, 1893
Giovanni de Agostini. Studii idrografici sul bacino della Pollaccia. 8°.............Roma, 1894
Terromoti sollevamente ed eruzioni sottomarine a Pantellaria. Fol°...............Roma, 1892
R. Osservatorio di Palermo. Bolletino meteorologico n° 12. Fol°................Palermo, 1891
Bolletino mensuale... del Osserv. cent. d real Colleg. Carlo Alberto in Moncalieri. Ser. II, 1891, vol. XI, nos 9-10; 1892, vol. XII, nos 1-8-12; 1893, vol. XIII, nos 5-11, titre et index; 1894, vol. XIV, nos 1-3....................................Torino, 1891-94
Annali del Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano. Ser. II, vol. IX, 1887. P. I-V; vol. X, 1888, p. I-IV; vol. XI, 1889, p. I-IV. Gr. 4°...................Roma, 1887-89
Daily weather charts to illustrate the Tracks of two cyclones in the Arabian sea. Gr. 4°. London, 1891
Meteorological charts of the portion of the Indian ocean adjacent to Cape Guardafui and Ras Hafun. Gr. fol°..London, 1891
Observatorio meteorologico de Manila; appendice al 1890; 1891, Jan.-Sept., Nov., Dec; 1892, Feb.-May, Juny, Aout; 1893, Jan., Feb. Fol°...................Manila, 1890-94
El magnetismo terrestre en Filipinos. 4°...................................Manila, 1893
Bulletin de la Société Uralienne. Jekaterinebourg, 1890-1891, Tome XII, livr. 2. Gr. 4° Jekaterinebourg, 1891
Beobachtungen des Tifliser physikalischen Observatoriums pro 1891. Gr. 4°.........Tiflis, 1893
Beobachtungen der Temperatur des Erdbodens in Tifiiser physikalischen Observatoriums pro 1884-1887. 8°...Tiflis, 1886-93
Meteorologische Beobachtungen in Tifliser physikalischen Observatoriums, anno 1890. 8°. Tiflis, 1891
Magnetische Beobachtungen in Tifliser physikalischen Observatoriums, anno 1890. 8°. Tiflis, 1891
Vetenskapliga meddelanden af geografiska foreningen i Finland I. 8° ......Helsingfors, 1892-93
Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet. Heft I, II. Fol°..Berlin, 1891
Die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahr 1891-1892. 4°. Karlsruhe, 1892-93
Neederlandisch meteorologisch Jaarbook for 1880, 2e Deel; 1891. 4°............Utrecht, 1892
Jahrbücher der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus pro 1890, vol. XXVII; 1891, vol. XXVIII. 4°...................................Wien, 1892-93
Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums. Vol. VIII, nos 3-4. 8°...........Wien, 1893
Œfversigt af kongl. vetenskabs academiens Förhandlingar, Arg. 51, nos 4-5. 8°. Stockholm, 1894
Dr Carl Barus. Die physikalische Behandlung u. die Messung hoher Temperaturen. 8°. Leipzig, 1892

Aug. Tischner. Leipzig, 1892–94. 4 broch. traitant différents principes d'astronomie. 8°. Leipzig, 1892–94

Memoirs of the national Academy of sciences. Vol. V. 4°............... ...Washington, 1891

Life history of North American Birds. 4° ....Washington, 1892

Smithsonian miscellaneous collection. List of the institutions, libraries, colleges, etc. in U. S. A. corresponding with the Sm. Inst. 8°...............................Washington, 1872

Catalogue of publications of the Smithsonian Institution, 1846-1882. 8°.......Washington, 1882

List of the publications of the U. S. geological Survey. 8° ....Washington, 1893

Eulogy on professor Alexander Dallas Bache, 8°........................Washington, 1872

The prairie ground squirrels or spermophiles of the Mississipi Valley. 8°......Washington, 1893

Proceedings of the Davenport Academy of natural science. Vol. V, p^t 2 (1885–1889). 8°. Davenport Iowa, 1893

Bulletin of the Minnesota Academy of natural science. Vol. III, n° 2. 8°.......Minneapolis, 1891

The geological and natural history Survey of Minnesota. Report for 1890. 19th annual report. 8° ....Minneapolis, 1892

The geological and natural history Survey of Minnesota. Bulletin n° 8. 8°.....Minneapolis, 1893

An appeal to the Canadian Institute on the rectification of Parliament. 8°......Toronto, 1892

Transactions of the Canadian Institute, 1892, n° 4. (Vol. II, p^t 2); 1894, n° 7. (Vol. IV, n° 1). 8°...Toronto, 1892–94

7th annual report of the Canadian Institute. Sess. 1893-1894. 8° ....Toronto, 1893–1894

TABLEAU DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

Au 15 février 1895.

1° MEMBRES ORDINAIRES RÉSIDANT A GENÈVE

RANGÉS PAR ORDRE D'ADMISSION

Date de leur réception	
1838	MM. *Paul* CHAIX, géographe.
1842	*Philippe* PLANTAMOUR, chimiste.
1853	*Henri* DE SAUSSURE, entomologiste.
1854	*Marc* THURY, professeur de botanique.
1861	*Casimir* DE CANDOLLE, botaniste.
—	*Perceval* DE LORIOL, paléontologiste.
1862	*Jean* MULLER, D^r^, professeur de botanique.
1863	*Charles* GALOPIN, mathématicien, professeur.
—	*Lucien* DE LA RIVE, physicien.
1864	*Victor* FATIO, zoologiste.
—	*William* MARCET, docteur-médecin.
1865	*Arthur* ACHARD, ingénieur.

Date de leur réception.

1867 MM. *Marc* MICHELI, botaniste.
1868 *Jean-Louis* PREVOST, docteur-médecin, professeur.
1869 *Édouard* SARASIN, physicien.
— *Ernest* FAVRE, géologue.
1873 *Émile* ADOR, chimiste.
— *William* BARBEY, botaniste.
1874 *Adolphe* D'ESPINE, docteur-médecin, professeur.
— *Eugène* DEMOLE, chimiste.
1876 *Théodore* TURRETTINI, ingénieur.
— *Pierre* DUNANT, docteur-médecin, professeur.
1877 *Maurice* SCHIFF, professeur de physiologie.
1878 *Jacques* BRUN, professeur de matière médicale.
1879 *Charles* GRÆBE, professeur de chimie.
— *Albert-Auguste* RILLIET, professeur de physique.
1880 *Charles* SORET, professeur de physique.
— *Auguste* WARTMANN, docteur-médecin.
1881 *Denys* MONNIER, professeur de chimie.
1882 *Gustave* CELLÉRIER, mathématicien.
1883 *Raoul* GAUTIER, professeur d'astronomie.
— *Hippolyte* GOSSE, docteur-médecin, professeur.
1884 *Maurice* BEDOT, zoologiste, directeur du Museum.
1885 *A.* KAMMERMANN, astronome.
1887 *Amé* PICTET, professeur de chimie.
1888 *Alphonse* PICTET, zoologiste.
— *Robert* CHODAT, professeur de botanique.
1889 *Alexandre* LE ROYER, physicien.
— *Louis* DUPARC, professeur de minéralogie.
— *Louis* PERROT, physicien.
— *Eugène* PENARD, zoologiste.
— *Ch.-Eugène* GUYE, physicien.
— *Emile* BURNAT, botaniste.
1890 *Paul* VAN BERCHEM, physicien.
— *André* DELEBECQUE, ingénieur.

Date de leur réception.

1890 MM. *Théodore* FLOURNOY, professeur de psychologie expérimentale.
— *Paul* BINET, docteur-médecin.
— *Albert* BRUN, minéralogiste.
— *Émile* CHAIX, géographe.
1892 *Charles* SARASIN, géologue.
— *Franz* DUSSAUD, physicien.
— *Philippe* GUYE, professeur de chimie.
1893 *Charles* CAILLER, professeur de mécanique.
— *Maurice* GAUTIER, chimiste.
— *John* BRIQUET, botaniste.
1894 Mlle *Catherine* SCHÉPILOFF, zoologiste.
— MM. *Paul* GALOPIN, physicien.
— *E.* SULZER, docteur-médecin.

2° MEMBRES ÉMÉRITES

1863 MM. *Henri* DOR, docteur-médecin.
1864 *Marc* DELAFONTAINE, chimiste, à Chicago.
1869 *Raoul* PICTET, professeur de physique.
1882 *Eugène* RISLER, agronome, à Paris.
1893 *J. M.* CRAFTS, chimiste, à Boston.

3° MEMBRES HONORAIRES

1841 MM. *L.-F.* DE MENABREA, général, à Turin.
1849 *Charles* BRUNNER-DE WATTENWYL, à Vienne.
1859 *Alfred* DES CLOISEAUX, à Paris.
— *Em.* DU BOIS-REYMOND, à Berlin.
1864 *A.* VON KÖLLIKER, à Würzbourg.
— *Marcelin* BERTHELOT, à Paris.
1869 *F.* PLATEAU, à Gand.

Date de leur réception.

1869 MM. *Ed.* Hagenbach, à Bâle.
1870 *Albert* Falsan, à Lyon.
— *Ernest* Chantre, à Lyon.
— *Adolphe* Hirsch, à Neuchâtel.
— *Pierre* Blaserna, à Rome.
1872 *W.* Kühne, à Heidelberg.
— *Samuel-H.* Scudder, à Boston.
1874 *François-Aug.* Forel, à Morges.
— *A.* Cornu, à Paris.
1875 *Charles* Maunoir, à Paris.
— *J.-Norman* Lockyer, à Londres.
1876 *Eugène* Renevier, à Lausanne.
— *Louis* Rutimeyer, à Bâle.
— *F.-W.* Hayden, à Washington.
1879 *Samuel-P.* Langley, à Washington.
1880 *Hervé-Aug.-Et.-Alban* Faye, à Paris.
— *E.* Mayo, général, à Florence.
— *Charles* Friedel, à Paris.
— *Alexandre* Agassiz, à Cambridge (Massachussets).
1883 *Théodore* de Heldreich, à Athènes.
— *Henri* Dufour, à Lausanne.
1884 *L.* Cailletet, à Paris.
— *Albert* Heim, à Zurich.
— *K.-Ed.* Cramer, à Zurich.
— *Robert* Billwiller, à Zurich.
— *Charles* Dufour, à Morges.
1886 *H.* de Lacaze-Duthiers, à Paris.
— *Alexandre* Herzen, à Lausanne.
1887 *Théophile* Studer, à Berne.
— *Eilhard* Wiedemann, à Erlangen.
1889 *A.* Radlkofer, à Munich.
1890 *F.* Lang, à Soleure.
1892 *W.* Williamson, à Londres.

Date de leur réception.

1892 MM. *H.* Ebert, à Leipzig.
— *Baron* de Selys-Longchamp, à Bruxelles.
— *A.* de Bayer, à Munich.
— *Émile* Fischer, à Würzbourg.
— *Émile* Noelting, à Mulhouse.
— *A.* Lieben, à Vienne (Autriche).
— *Maurice* Hanriot, à Paris.
— *Stanislas* Cannizzaro, à Rome.
— *Léon* Maquenne, à Paris.
— *A.* Hantzsch, à Würzbourg.
— *Auguste* Michel-Levy, à Paris.
— *Louis* Pasteur, à Paris.
1894 *Sir Joseph* Hooker, Sunningdale (Angleterre).
— *Ch.-Ed.* Guillaume, à Sèvres.
— *K.* Birkeland, à Christiania.
— Amsler-Lafon, à Schaffhouse.
— W. Ramsay, à Londres.

4° ASSOCIÉS LIBRES

1860 MM. *Gustave* Rochette.
— *Théodore* de Saussure.
— *Amédée* Lullin.
— *Auguste* Brot.
1863 *Émile* Naville.
1864 *James* Odier.
1867 *Charles* Mallet.
1871 *Henri* Barbey.
1872 *Agénor* Boissier.
— *Ernest* De Traz.
1872 *Lucien* de Candolle.

Date de leur réception

1873 MM. *Édouard* DES GOUTTES.
— *Henri* HENTSCH.
1874 *Édouard* FATIO.
1875 *Henri* PASTEUR.
1876 *Georges* MIRABAUD.
— *William* FAVRE.
— *Émile* PICTET.
— *Charles* RIGAUD.
1879 *Émile* BOISSIER.
— *Henri* BOUTHILLIER DE BEAUMONT.
— *Auguste* PREVOST.
1890 *Max* PERROT.
— *Théodore* LULLIN,
— *Alexis* LOMBARD.
— *Henri* DE LORIOL.
— *Ernest* PICTET.
— *Louis* PICTET.
— *F.* BARTHOLONI.
1891 *Gustave* ADOR.
— *Antoine* MARTIN.
— *Édouard* MARTIN.
1892 *Charles* GALLAND.
— *Edmond* PACCARD.
— *David* PACCARD.
— *Ludwig* DE WESTERWELLER.
— *Edmond* EYNARD.
— *Auguste* BLONDEL.
— *Philippe* DUVAL.
— *Alfred* LE ROYER.
1893 *Frédéric* REVERDIN.
— *Henri* AURIOL.
— *William-Henri* DE BLONAY.
1893 *Camille* FERRIER.

Date de leur réception.	
1893 MM.	*Louis* Cartier-Claparède.
—	*Edmond* Flournoy.
1894	*Georges* Frutiger.
—	*Aloïs* Naville.
—	Preudhomme de Borre.
—	*Étienne* Ritter.
1895	Frey-Gessner.

RÈGLEMENT

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

ADOPTÉ DANS LA SÉANCE DU 5 JUILLET 1894

CHAPITRE Ier.

Composition de la Société.

Article premier. — La *Société de Physique et d'Histoire naturelle*, fondée à Genève en 1790, et constituée, suivant décision prise en Assemblée générale le 5 juillet 1894, en Société jouissant de la personnalité civile, conformément au Titre XXVIII du Code fédéral des Obligations, a pour objet l'étude et l'avancement des sciences physiques et naturelles.

Elle a son siège à Genève, sa durée est indéterminée.

Art. 2. — Elle se compose de membres ordinaires, d'associés libres, de membres émérites et de membres honoraires.

Art. 3. — Pour être reçu *membre ordinaire*, il faut être domicilié dans le Canton, ou assez près de Genève pour pouvoir suivre régulière-

ment les séances; avoir communiqué à la Société un mémoire original, ou avoir publié des travaux estimés; enfin être présenté et admis selon les formes indiquées dans l'article 31. Les membres ordinaires sont seuls appelés à remplir des fonctions au sein de la Société, ainsi qu'à exercer les droits de présentation, d'élection et de votation. Leur nombre ne peut dépasser soixante.

Art. 4. — En dehors de ses membres ordinaires, la Société s'adjoint, à titre d'*associés libres*, des personnes qui témoignent de l'intérêt pour ses travaux et ses publications.

Les associés libres ont le droit d'assister à toutes les séances de la Société et de lui faire des communications sur des sujets scientifiques.

Art. 5. — La Société peut, par une décicion spéciale, conférer aux anciens membres ordinaires le titre de *membres émérites*. Ceux-ci ont le droit de reprendre la qualité de membres ordinaires quand ils le veulent, même lorsque le nombre fixé dans l'article 3 est atteint.

Art. 6. — La Société peut accorder le titre de *membre honoraire* aux savants qui ne résident pas dans le canton, et qui se sont distingués dans les sciences physiques ou naturelles. Leur nombre est limité à soixante.

Les membres honoraires ont le droit, lorsqu'ils se trouvent à Genève, d'assister aux séances, de lire des mémoires et de faire des communications sur les objets dont s'occupe la Société.

Art. 7. — On sort de la Société par démission adressée par écrit au président.

CHAPITRE II.

Offices de la Société.

Art. 8. — La Société nomme parmi ses membres ordinaires un président, un vice-président, un secrétaire des séances, un secrétaire correspondant et un trésorier.

Ces cinq membres constituent le *Bureau* de la Société.

Art. 9. — Le Bureau est investi des pouvoirs les plus étendus pour l'administration des affaires de la Société. Pour tous actes à passer et toutes signatures à donner, il est représenté par un ou plusieurs de ses membres, spécialement délégués à ces fins, et porteurs d'un extrait de procès-verbal en bonne forme.

Art. 10. — Toutes publications administratives concernant la Société ont lieu par la voie de la *Feuille d'Avis officielle du Canton de Genève*. Les convocations se font par cartes personnelles.

Art. 11. — Le président est chargé de veiller d'une manière générale aux intérêts de la Société.

Ses fonctions commencent et cessent avec l'année. A la fin de chaque exercice, il présente un rapport sur la marche et les travaux de la Société pendant l'année de sa présidence. Ce rapport est discuté en réunion particulière, puis imprimé dans le volume annuel des Mémoires et transmis à la Société helvétique des sciences naturelles, ainsi qu'à tous les membres de la Société de Physique.

Art. 12. — Chaque année, dans le mois de janvier, la Société nomme un vice-président, lequel devient président l'année suivante.

Le président sortant ne peut être réélu immédiatement aux fonctions de vice-président.

Art. 13. — Le secrétaire des séances est chargé de la tenue des procès-verbaux et de l'expédition des diplômes. Il tient deux registres différents, l'un pour les objets scientifiques dont on s'est occupé dans les séances, l'autre pour ce qui concerne l'administration de la Société. Il surveille l'envoi des cartes de convocation.

Il est élu pour trois ans et rééligible.

Art. 14. — Le secrétaire correspondant est chargé des relations avec les Sociétés étrangères. Il surveille les publications de la Société.

Il est élu pour trois ans et rééligible.

Art. 15. — Le trésorier est chargé de tout ce qui concerne les finances de la Société. Il doit, en outre, veiller à la conservation des Archives.

Il est élu pour trois ans et rééligible.

Art. 16. — Les membres du Bureau sont nommés à la majorité absolue des suffrages. Si un second tour de scrutin est nécessaire, les deux noms qui ont réuni le plus de voix sont ballottés. En cas d'égalité de suffrages, le membre le plus âgé est élu.

Art. 17. — Un comité spécial, appelé *Comité de publication*, s'occupe de tout ce qui concerne le choix et l'impression des travaux à insérer dans les Mémoires de la Société.

Outre les membres du Bureau, il renferme quatre autres membres nommés au scrutin secret, à la majorité relative des suffrages. En cas d'égalité des voix, le plus âgé est élu. Deux de ces membres sortent à la fin de chaque année et ne sont pas immédiatement rééligibles.

Le secrétaire correspondant y fait office de secrétaire.

CHAPITRE III.

Finances et Contributions.

Art. 18. — Les ressources de la Société sont fournies par les contributions de ses membres, par la vente des mémoires, par les allocations des auteurs pour aider à leur publication, par des dons et par des legs.

Art. 19. — Les membres ordinaires et les associés libres sont seuls appelés à contribuer aux dépenses de la Société.

La contribution annuelle des membres ordinaires est fixée chaque année par l'Assemblée générale, proportionnellement aux dépenses prévues.

La contribution annuelle des Associés libres est de fr. 20.

En cas de décès ou de démission, la contribution de l'année courante est acquise à la Société.

Art. 20. — Tout membre ou associé libre peut, en versant une fois pour toutes la somme de 400 francs, se libérer de toute contribution ultérieure.

Il sera formé de cette manière un *Fonds de contributions à vie*, dont le capital est inaliénable, et dont les intérêts sont versés au compte courant de la Société.

Art. 21. — L'excédent des recettes sur les dépenses, ainsi que les dons et legs sans destination spéciale, sont portés au compte courant de la Société qui peut disposer à son gré du capital et des intérêts.

Art. 22. — Le trésorier gère les fonds de la Société conformément aux décisions du Bureau.

Il fait percevoir les contributions aussitôt après l'Assemblée générale,

ordonne et solde toutes les dépenses. Il doit présenter un rapport détaillé de sa gestion à l'Assemblée générale annuelle.

CHAPITRE IV.

Séances. Lectures.

Art. 23. — Les séances sont consacrées aux communications scientifiques. Les personnes étrangères à la Société peuvent y être admises, sur la présentation faite par un membre au président.

La Société se forme en *Réunion particulière* pour discuter ce qui se rapporte à son régime intérieur. Les étrangers ne sont pas admis. Les membres ordinaires seuls ont voix délibérative.

Art. 24. — Dans la période de novembre à avril, les séances ont lieu le premier et le troisième jeudi de chaque mois; dans la période de mai à octobre elles ont lieu le premier jeudi du mois seulement.

Art. 25. — Le président, ou, en son absence, le Bureau peut convoquer des séances exceptionnelles soit pour des objets urgents, soit à l'occasion de l'arrivée d'un savant étranger.

Art. 26. — L'Assemblée générale annuelle a lieu dans la seconde séance de janvier. Elle est consacrée essentiellement à entendre le rapport du président sorti de charge, ainsi que ceux du trésorier et du comité de publication, à fixer la contribution de l'année et à faire les élections mentionnées dans le chapitre II.

Art. 27. — Dans les autres séances, après la lecture du procès-verbal, le président donne la parole: 1° aux personnes qui ont des travaux ori-

ginaux à présenter, en commençant par celles qui sont nommées sur la carte de convocation; — 2° aux personnes qui désirent signaler brièvement des publications ou des faits de nature à intéresser la Société; à cet effet, il interpelle nominativement les membres ordinaires et collectivement les associés libres, ainsi que les étrangers présents à la séance.

Art. 28. — Les communications ne doivent pas, dans la règle, dépasser une demi-heure. Le président est chargé de rappeler cette clause aux membres qu'elle concerne, toutes les fois qu'il y a plus d'un travail annoncé.

Art. 29. — Les personnes qui désirent présenter des travaux originaux sont invitées à en informer le président ou le secrétaire des séances, assez tôt pour que leur nom puisse être inscrit sur les cartes de convocation.

Art. 30. — Lorsqu'il se présente quelque objet important relatif au régime intérieur de la Société, la carte de convocation l'indique, et le président annonce, en ouvrant la séance, que la Société se formera pour ce motif en réunion particulière.

CHAPITRE V.

Présentations. Élections.

Art. 31. — La présentation à une place de membre ordinaire doit être appuyée par la signature d'au moins cinq membres ordinaires. Les titres du candidat sont discutés dans une réunion particulière. La Société vote sur cette candidature dans une autre réunion particulière, qui se

tient un mois plus tard. La votation a lieu au scrutin secret et à la majorité des deux tiers des suffrages.

Le procès-verbal ne mentionne ces opérations que si le candidat est élu.

Art. 32. — Dans le cas où il ne peut être nommé qu'un seul membre, par suite de l'article 3, et où il serait présenté plusieurs candidats, si aucun d'eux ne réunit au premier tour de scrutin les deux tiers des suffrages, ont ballotte les deux personnes qui ont eu le plus de voix. En cas d'égalité, le candidat le plus âgé est élu.

Art. 33. — Les associés libres sont nommés par le Comité de publication, sur la présentation d'un membre ordinaire de la Société. Cette présentation est adressée directement au président.

Aucune nomination ne peut être faite si le candidat ne réunit les voix d'au moins cinq membres du Comité. Les noms de ceux qui ont voté affirmativement sont inscrits au registre du Comité.

La nomination des associés libres est annoncée à la Société dans sa plus prochaine séance.

Art. 34. — Lorsqu'un membre ordinaire de la Société désire faire recevoir un membre honoraire, il en adresse la proposition par écrit au président, en exposant les titres du candidat. La présentation est soumise au Comité de publication. Si celui-ci est favorable à la demande, le président propose à la Société d'admettre le candidat, en suivant les formes indiquées dans l'article 25, sauf en ce qui concerne le concours des cinq membres signataires qui est remplacé par le préavis favorable du Comité. La majorité des deux tiers des suffrages est également nécessaire pour l'admission.

Art. 35. — Les diplômes sont signés par le président et le secrétaire des séances.

Art. 36. — Il ne peut y avoir une élection de membres ou de fonc-

tionnaires de la Société sans que les cartes de convocation l'aient annoncée.

CHAPITRE VI

Publications.

ART. 37. — La Société édite deux sortes de publications, le *Bulletin* et les *Mémoires*.

ART. 38. — Le *Bulletin* donne un résumé des communications faites à la Société. Afin d'en assurer l'exactitude, les auteurs sont tenus de remettre au secrétaire un extrait de leur travail dans les huit jours qui suivent la séance. Dans la règle cet extrait ne doit pas dépasser trois pages.

ART. 39. — Les *Mémoires* sont réservés aux travaux inédits communiqués dans les séances de la Société et acceptés par le Comité de publication. Ce dernier ne peut délibérer que sur des manuscrits terminés et prêts pour l'impression.

Les *Mémoires* contiennent en outre les rapports présidentiels et d'autres documents administratifs.

ART. 40. — Le mode de publication des *Mémoires* est fixé de la manière suivante :

1° Chaque mémoire aura un titre spécial portant :

a. Le numéro du Tome dont il fait partie.
b. Le numéro d'ordre du mémoire dans le Tome.
c. Le sujet et le nom de l'auteur.
d. L'année et le lieu d'impression.

2° Chaque mémoire aura une pagination distincte.

Les planches seront placées à la suite du mémoire auquel elles se rapportent.

3° Si un volume paraît en plusieurs parties, chacune de ces parties portera seulement sur la couverture son titre et la table des matières qu'il contient. Le titre du volume complet et la table générale des matières seront livrés avec la dernière partie.

La table des matières donnera les titres des mémoires avec l'indication pour chacun de son numéro d'ordre ainsi que du nombre de pages et de planches qu'il contient.

4° Le tirage en volumes sera de 300 exemplaires, destinés aux membres, aux Sociétés correspondantes et à la vente.

Outre cela, il sera fait un tirage à part de chaque mémoire de 50 exemplaires au moins, destinés à la vente ou à l'échange avec certaines sociétés s'occupant de spécialités.

Enfin, 25 exemplaires de chaque mémoire seront encore tirés aux frais de la Société et remis gratuitement à l'auteur. Si celui-ci désire en avoir un plus grand nombre, il est autorisé à en faire tirer autant qu'il le voudra, en payant le prix du tirage (du texte et des planches).

Les auteurs ne peuvent mettre en vente aucun exemplaire de leurs mémoires.

5° Le prix de vente de chaque mémoire séparé sera fixé par le Comité. Il sera annoncé sur la couverture du mémoire et sur celle du volume.

6° Dans le cas où les mémoires seront accompagnés de planches, celles-ci devront toujours être remises par les auteurs prêtes pour la reproduction. Les frais de reproduction (gravure, phototypie, etc.) peuvent être supportés par la Société suivant accord préalable entre l'auteur et le Comité de publication.

7° Les frais de correction des épreuves ne pourront dépasser le 4 % du coût de la composition primitive. Au delà de ce chiffre, ces frais seront à la charge de l'auteur.

ART. 41. — Un exemplaire des *Mémoires* sera remis à chaque membre ordinaire. Les associés libres y ont également droit, mais ne le recevront que sur leur demande.

Le *Bulletin* des séances sera envoyé aux membres et associés libres qui en feront la demande.

Après un délai de trois ans, aucune publication ne pourra être réclamée.

Le rapport du président sera envoyé à tous les membres aussitôt après l'Assemblée générale.

CHAPITRE VII.

Prix de Candolle.

ART. 42. — Un prix de la valeur de cinq cents francs, fondé par *Augustin-Pyramus de Candolle*, est décerné tous les cinq ans à l'auteur de la meilleure monographie inédite d'un genre ou d'une famille de plantes.

Les membres ordinaires de la Société ne peuvent concourir. Si la Société ne publie pas le mémoire couronné, il est restitué à son auteur.

CHAPITRE VIII.

Modifications au Règlement. — Dissolution.

Art. 43. — Toute proposition de modification au présent Règlement doit avoir été annoncée dans une réunion particulière, pour être indiquée sur les cartes de convocation et discutée dans une autre réunion particulière, à un mois de date.

Art. 44. — En cas de dissolution de la Société, la dernière Assemblée générale des membres ordinaires décidera du mode d'emploi de l'actif disponible.



Aloïs Humbert

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENEVE
Tome XXXII. — No 1.

MYRIAPODES

DES

ENVIRONS DE GENÈVE

PAR

Aloïs HUMBERT

ŒUVRE POSTHUME, COLLATIONNÉE ET PUBLIÉE

PAR

Henri de SAUSSURE

D'APRÈS LES NOTES ET LES DESSINS LAISSÉS PAR L'AUTEUR

AVEC LE PORTRAIT D'A. HUMBERT ET 14 PLANCHES

GENÈVE
IMPRIMERIE AUBERT-SCHUCHARDT
1893

PRÉFACE

Aloïs Humbert a toujours eu pour l'étude des Myriapodes un goût particulier. Lors du voyage qu'il fit à Ceylan, il s'était spécialement appliqué à cette branche de la zoologie, et, à son retour, il fit paraître dans nos *Mémoires* une importante monographie sur les Myriapodes de cette île. A la suite de divers autres travaux d'un genre analogue, il conçut le projet d'un ouvrage détaillé décrivant les Myriapodes des environs de Genève, et c'est à l'exécution de ce projet qu'il a voué les dernières années de sa vie.

La réalisation d'un pareil travail, tel qu'il l'avait conçu, partant de bases très larges et poussé jusque dans les détails les plus minutieux, aurait exigé de longues années pour être conduit à bonne fin. Il fallait en effet rechercher dans la nature toutes les espèces, les suivre depuis l'éclosion de l'œuf jusqu'à l'âge adulte, afin d'en étudier les transformations successives et en figurer les caractères multiples dans leurs modifications morphologiques.

Aloïs Humbert s'adonna à cette tâche avec persévérance pendant plusieurs années, à côté des occupations variées auxquelles il consacrait son

temps; mais depuis le moment où il fut atteint par les germes de la maladie qui devait l'emporter, son activité scientifique diminua forcément, son travail se ralentit, et ses recherches furent peu à peu arrêtées par le fait des circonstances.

Ce fut avec un profond chagrin qu'il se vit finalement obligé de renoncer à l'idée de terminer une œuvre, fruit d'observations patiemment poursuivies, mais cependant restées presque toutes incomplètes. Afin d'assurer au moins la conservation de ses dessins, il en fit don au Musée de Genève, les mettant ainsi à la disposition de ceux qui s'occuperaient du même sujet. Il voulut, lorsqu'il sentit que ses forces allaient l'abandonner, communiquer son travail à la Société de physique. Il y fit donc l'exposé détaillé des recherches dont ses admirables dessins sont un témoignage parlant.

Nous avons conservé un souvenir touchant de cette séance, la dernière à laquelle notre regretté collègue fut en état d'assister.

L'intérêt constant avec lequel je n'avais cessé de suivre les travaux d'Humbert, l'admiration que j'ai toujours éprouvée pour la conscience extraordinaire qu'il mettait dans ses recherches, le grand nombre de dessins déjà exécutés, l'exactitude et la beauté de ces dessins, tout cela m'avait dès l'origine fait sentir combien il serait regrettable de laisser perdre la somme considérable de labeur accumulée dans ces documents, et j'avais conçu l'idée de rechercher s'il ne serait pas possible de les publier sous une forme ou sous une autre.

Les difficultés qui se présentèrent à moi me rendirent longtemps hésitant. D'une part, le texte qui devait accompagner les planches était incomplet, et, de toutes les notes, assez volumineuses, laissées par l'auteur, on ne pouvait tirer que peu de choses pour le compléter; d'autre part, les dessins n'étaient munis d'aucune explication et ne portaient, pour la plupart, aucun nom.

Néanmoins je crus devoir, en souvenir de notre ami, entreprendre

la tâche de collationner ces documents et de rapporter les dessins à leurs espèces respectives, dans l'espoir d'en former un ensemble revêtu d'une forme scientifique.

Heureusement on a eu la bonne fortune de retrouver dans ses papiers le cahier des croquis exécutés au microscope par l'auteur lui-même; ces croquis étaient accompagnés des noms des espèces auxquelles ils se rapportaient. En s'aidant des types laissés par Humbert, il devenait possible d'en contrôler les noms et d'établir avec sûreté l'explication des figures.

Grâce à cette circonstance, les documents dont le Musée était en possession pouvaient être groupés sous la forme d'un mémoire de nature à être consulté et cité[1].

Le texte, sans doute, reste fort incomplet, aussi doit-on voir dans ce mémoire une iconographie plutôt qu'une monographie proprement dite. Cette considération n'était pas de nature à nous arrêter, car on connaît plus d'un ouvrage dont il n'a paru que les planches, et qui cependant n'en occupe pas moins un rang éminent dans la science.

Telles sont en particulier quelques publications de Delle Chiaje sur les mollusques de la baie de Naples, et celles de Savigny sur les articulés de l'expédition d'Égypte, œuvres d'une exactitude extraordinaire et qu'on citera toujours avec admiration. Les auteurs de ces ouvrages sont morts l'un et l'autre sans avoir pu ni achever leur œuvre ni publier aucun texte à l'appui. Néanmoins leurs dessins constituent de vastes archives dans lesquelles on ne cesse de puiser avec le plus grand profit.

La Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, tenant particulièrement à honorer la mémoire d'Aloïs Humbert et à reconnaître les longs services qu'il lui a rendus, a décidé d'insérer ce travail dans ses

[1] Il résulte des explications qui précèdent, que la reconstitution du travail d'Humbert, tel que nous le publions, a nécessité des recherches assez considérables, l'établissement de préparations à faire au moyen des individus typiques laissés par Humbert, et des comparaisons exactes, afin de pouvoir contrôler avec certitude les espèces auxquelles se rapportait chaque figure. Pour plusieurs espèces, les dessins restés inachevés avaient besoin d'être complétés, et il en fallait quelques nouveaux pour bien caractériser les types. C'est au concours dévoué de M. le Dr Zehntner que nous devons d'avoir vu disparaître ces lacunes, et nous lui en exprimons ici notre vive reconnaissance.

Mémoires, et nous sommes heureux d'avoir pu, en contribuant à cette publication, rendre un dernier hommage à l'homme éminent et dévoué qui a été pour nous un ami en même temps qu'un collaborateur.

Henri DE SAUSSURE.

Obs. Le mémoire qui suit n'embrasse que la sous-classe des Diplopodes, les notes laissées par Humbert sur la sous-classe des Chilopodes étant trop incomplètes pour se prêter à aucune publication.

Une excellente notice biographique sur Aloïs Humbert, due à la plume du D[r] Victor Fatio, a paru en 1888 dans le tome XXX[e] des *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève* (Rapport du Président pour l'année 1887, page XVIII et suivantes).

On y trouvera la liste des publications faites par Aloïs Humbert.

ERRATUM : page 1, dans les mesures de longueur, *au lieu de* : largeur du 2[me] segment.

lisez : largeur du 11[me] segment.

MYRIAPODES DES ENVIRONS DE GENÈVE

ORDRE DES DIPLOPODES

Sous-ordre des CHILOGNATHES, Latr.

Famille des POLYDESMIDES

Genre POLYDESMUS, Latreille.

1. Polydesmus complanatus (Linné), Latr.

Pl. I et II. Fig. 1 à 42.

Synonymie [1] : *Julus complanatus, Linné,* Fauna Suecica ; Ed. II, 1761, p. 502.
Polydesmus complanatus, R. Latzel, Die Myriapoden der œsterreichisch-ungarischen Monarchie, IIe Hälfte, p. 150. Wien 1884.

Longueur du corps .... 19-21 mm. Largeur du 2me segment........... 3-3,4 mm.
Largeur du 1er segment .... 1,8-2 mm. Longueur d'une antenne........... 3,2 mm.
Longueur d'une patte du milieu du corps, 2,5 mm.

♀. *Corps* médiocrement allongé, un peu plus rétréci en avant, s'atténuant assez brusquement en arrière. La face dorsale des segments assez aplatie. Le premier segment offrant en arrière de son milieu une dépression transversale ; ses côtés un peu déprimés et correspondant aux carènes des segments suivants. Les segments

[1] Pour simplifier la synonymie, nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage du Dr Robert Latzel : *Die Myriapoden der œsterreichisch-ungarischen Monarchie,* IIe Hälfte Wien 1884, en acceptant la synonymie adoptée par cet auteur *(Note de l'Éditeur).*

2me à 4me ayant leurs carènes légèrement relevées en dehors. A partir du 5me la face dorsale des segments devenant sensiblement horizontale (Fig. I, 1 et Pl. XIV, Fig. I).

Chaperon large, à bords latéraux très obliques, à échancrure antérieure peu profonde, munie de trois dents courtes. Un sillon frontal médian profond et large, commençant immédiatement en arrière du niveau des antennes et se prolongeant d'avant en arrière en se rétrécissant jusque sous le premier segment.

Antennes (Fig I, 2) à 1er article court; 2e plus court que les articles 3e à 6e; 3e le plus long de tous; 4e, 5e et 6e égaux entre eux pour la longueur, mais le 6e renflé et formant massue; 7e beaucoup plus petit, à peu près de la longueur du premier.

Premier segment (I, 3) plus large que la tête mais plus étroit que le second segment, court, sa longueur n'égalant pas la moitié de sa largeur; son bord antérieur très faiblement mais régulièrement arqué, se continuant par des angles très arrondis avec les bords latéraux, qui sont droits et ordinairement un peu obliques d'avant en arrière et de dedans en dehors; son bord postérieur formé de trois lignes d'égale longueur, l'une médiane transversale, les deux autres latérales, obliques de dedans en dehors et d'arrière en avant, formant un angle obtus par leur rencontre avec les bords latéraux. Ce segment ayant une bordure extrêmement fine qui s'épaissit seulement un peu sur les côtés du bord antérieur; une petite dentelure très faible mais constante, à l'endroit où cet épaississement cesse brusquement sur le devant du bord latéral. Le long du bord antérieur de ce segment on voit une rangée d'une dizaine de boutons ou granules également espacés, formant une ligne arquée. En arrière de cette bordure de granules se trouve une rangée transversale de six espaces polygonaux subquadrangulaires, limités par des sillons peu profonds. Les espaces des deux paires internes sont les plus grands; ceux de la paire externe sont plus petits. Chaque espace porte un granule. L'intervalle entre cette rangée et le bord postérieur du segment est occupé par une autre rangée d'espaces plus petits, dont on ne distingue que quatre qui n'occupent guère une plus grande largeur entre eux que la paire médiane de la rangée qui est en avant d'eux. Chacun porte un granule dans son milieu.

Ces ornements de la surface du premier segment ne se retrouvent pas toujours exactement tels qu'ils viennent d'être décrits; en particulier les espaces polygonaux sont souvent indistincts et le nombre des granules varie. Le caractère le plus constant est la présence de trois rangées transversales de granules dont l'antérieure est la plus étendue et dont l'intermédiaire et la postérieure sont plus courtes.

Le *second segment*, plus large que le premier, sous lequel est cachée une portion notable de ses carènes fortement développées en avant, est en carré-long transversal. Ses bords latéraux ont chacun trois dents dont la première est à l'angle antérieur et la troisième au milieu de la longueur du bord. Le bord postérieur est formé de trois lignes, l'une au milieu, transversale, ayant la largeur d'un prozonite, et les deux autres un peu arquées, allant rejoindre les bords latéraux en se portant en avant.

Troisième et *quatrième segments* ayant la même forme générale que le second, mais à métazonites un peu plus courts, à carènes moins portées en avant, à bord postérieur moins nettement composé de trois lignes et par conséquent plus droit.

Segments cinquième et suivants (I, 4) plus larges et un peu plus longs que les précédents. A partir du 5e la carène a son bord externe un peu plus arrondi et le postérieur plus arqué. L'angle postérieur devient ainsi plus prononcé et recourbé en arrière. Dans les derniers segments (16e à 19e) qui deviennent de plus en plus étroits en arrière, le bord postérieur devient de moins en moins large et en même temps ses côtés sont de plus en plus obliques en arrière, de sorte que dans les segments 18e et 19e il forme avec le bord externe un angle aigu à sommet postérieur.

La tendance des ornements de la surface à se disposer en trois rangées transversales, que l'on remarque dans le 1er segment, s'accuse d'une manière plus marquée dans les segments 2e à 19e. Au 2e segment il y a trois rangées transversales d'espaces polygonaux ; la rangée antérieure est peu distincte et l'on ne reconnaît d'une manière certaine les différents éléments qui la composent, au nombre de trois de chaque côté, que par le granule ou la verrue que chacun d'eux porte en son milieu ; les granules des deux paires internes sont assez rapprochés ; ceux de la paire externe sont les plus rejetés en dehors. La seconde rangée est formée de trois paires d'espaces assez égaux entre eux portant chacun sur son milieu un tubercule ; l'espace externe forme de chaque côté une élévation arrondie. La rangée postérieure, plus étroite que les deux précédentes, ne s'étend que sur une largeur égale à celle du prozonite ; les espaces qui la forment sont anguleux en arrière et ne portent pas de granules. En dehors de ces rangées, entre elles et le bord externe, et commençant au niveau de la rangée intermédiaire, se trouve une saillie pourvue d'un ou de deux tubercules et allant en se rétrécissant jusqu'à l'angle postérieur de la carène. Les 3e et 4e segments ont la même ornementation que le

second ; et même un peu plus nette. La saillie arrondie formée par l'espace externe de la rangée intermédiaire est plus forte et se confond plus ou moins avec l'espace externe de la rangée antérieure. Les saillies aboutissant à l'angle postérieur des carènes sont plus prononcées.

A partir du 5[e] segment les espaces de la rangée antérieure deviennent aussi grands et même plus grands que les autres. Dans la rangée antérieure les espaces des deux paires les plus rapprochées de la ligne médiane sont égaux entre eux, ou ce sont les deux de la paire interne qui sont les plus grands. Dans la rangée intermédiaire la paire qui touche la ligne médiane est un peu plus petite que celle qui est en dehors d'elle. Les espaces externes (c'est-à-dire le 3[e] de droite et de gauche de chacune de ces deux rangées) sont beaucoup plus grands que les autres et occupent une grande partie de la carène. Ces deux espaces externes sont plus élevés que les autres parties du métazonite et, bien que séparés l'un de l'autre par un sillon, forment de chaque côté du corps, par leur réunion, un large mamelon caractéristique. En dehors de ces deux espaces et séparée aussi d'eux par un sillon, naît la saillie en forme de carène arrondie qui se termine à l'angle postérieur du segment. Troisième rangée formée d'espaces plus petits que ceux des deux premières; les deux paires internes bien distinctes, de forme angulaire en arrière; la paire externe moins nettement délimitée.

Les dentelures du bord externe sont au nombre de trois sur les segments sans pores et de quatre sur les segments porifères; la plus postérieure se trouve dans ce second cas au niveau du pore.

Les pores sont situés à une petite distance du bord externe de la carène, à peu près aux deux tiers de la longueur de cette carène, sur l'arête ou sur la pente externe de la saillie qui aboutit à l'angle postérieur.

Segment préanal subconique, resserré et allongé en arrière, se recourbant légèrement en bas vers son extrémité; sa pointe tronquée. Quelques poils sont disposés en verticilles et un ou deux en occupent la pointe.

Valves anales (I, 5) munies d'un bourrelet sutural; leur surface marquée de rugosités et portant sur chaque valve deux tubercules voisins du bourrelet sutural, l'un en arrière, l'autre sur le milieu de la longueur.

Plaque sous-anale trapézoïdale, à bords latéraux obliques et arqués, à bord postérieur droit. De chaque côté de la partie antérieure une petite carène transversale. Deux petits tubercules piligères près des angles postérieurs.

La tête et le dessus des métazonites des quatre premiers segments sont très finement chagrinés; sous une forte loupe ils paraissent comme recouverts d'écailles granuleuses extrêmement fines. Cette sculpture s'atténue sur les 5e, 6e et 7e segments; aux segments du milieu du corps on ne la voit plus, mais elle reparaît un peu sur les segments tout à fait postérieurs (17e à 19e).

Du 5e au 17e le dessus des métazonites et surtout de leurs carènes est marqué de stries onduleuses, vagues, en partie parallèles.

Face inférieure des carènes lisse.

Prozonites un peu rugueux en dessus, très finement chagrinés en dessous, comme le dessus des premiers métazonites.

Pattes entièrement couvertes d'une courte villosité, un peu plus serrée sur le dernier article que sur les précédents.

Coloration. Tête, antennes, parties supérieures du corps, valves anales des plaques sous-anales, d'un brunâtre plus ou moins clair, tirant quelquefois sur le rougeâtre. Parties tout à fait antérieures de la tête et lèvre inférieure claires. Articles 2e à 6e des pattes de la même couleur que le dessus du corps, mais un peu plus clairs, surtout le 2e. Face ventrale des segments et 1er article des pattes d'un blanc jaunâtre. Sur certains échantillons les carènes ont une teinte plus claire et jaunâtre qui rappelle ce que décrit et figure Koch.

Segments et pattes. Premier segment (I, 28 et 29) sans saillie articulaire en avant et largement ouvert en dessous. Sa face inférieure presque plane en avant; présentant en arrière un arc à peu près en demi-cercle dont les extrémités inférieures se relient de chaque côté par une arête avec les angles antérieurs.

La première paire de pattes (I, 6 et 39) n'est pas soudée au 1er segment. La *pièce basilaire* de ce segment est libre et située entre les deux branches de l'arc formé par la partie inférieure du segment. Elle forme une lame verticale, arquée sur les côtés, à concavité antérieure. A sa face inférieure s'insèrent, par une articulation qui paraît être immobile, le 1er article des pattes qui est dirigé de haut en bas; celui de droite et celui de gauche sont à peine séparés dans la première moitié de leur longueur et ensuite tout à fait en contact jusqu'à leur extrémité. Cet article est prolongé en angle à sa partie basale externe, mais à peu près d'égale largeur sur le reste de son étendue. Il est suivi de 5 autres articles, dont les deux premiers (2e et 3e) sont environ 1 $^1/_2$ fois plus longs que larges et renflés vers leur extrémité distale, et les deux suivants (4e et 5e) courts, sensiblement égaux en largeur

et en longueur. Le dernier (6e), long et plus grêle, s'atténue à peu près régulièrement de sa base à son extrémité.

Le premier article est presque glabre : on voit seulement un ou deux poils à sa face antérieure et autant à sa face postérieure ; l'un d'eux est très long, droit, et s'étend dans une direction continuant celle du segment, c'est-à-dire de haut en bas. Le second article a davantage de poils, bien que n'en ayant pas autant que les suivants. Ils commencent à partir de la base de l'article. Vers l'extrémité distale, à la face interne, il s'en trouve un très long, arqué, et ayant une direction oblique par rapport à celle de l'article. Dans les articles suivants les poils deviennent plus nombreux, plus régulièrement répartis et aucun ne présente une grande longueur.

Cette paire de pattes est en somme petite, de formes trapues et paraît douée de peu de mobilité. En la regardant de profil on voit qu'elle est dirigée obliquement en avant, appliquée contre les pièces buccales et un peu arquée de la base à l'extrémité, la concavité étant en avant.

Deuxième segment (I, 30, 32) apode, formant un anneau complet mais très grêle dans sa région inférieure. En avant, son prozonite médiocrement développé dans la région dorsale et devenant extrêmement court à la face ventrale. Le métazonite devenant très grêle et filiforme à cette même face ventrale. Bord postérieur du segment formant un cercle dont le plan est oblique de haut en bas et d'arrière en avant.

Troisième segment (I, 31) formant un anneau complet, et portant une paire de pattes qui n'y est pas soudée. Le bord antérieur présente à la région ventrale une échancrure arrondie dans laquelle s'applique la base des pattes. Sur la ligne ventrale médiane se trouve une petite saillie conique, et de chaque côté de celle-ci, un processus descendant un peu obliquement d'arrière en avant, qui, vu par sa face antérieure ou par sa face postérieure, présente une saillie subcarrée. Ces deux processus sont formés par la prolongation d'un bourrelet du prozonite placé le long du bord de l'échancrure. Lorsqu'on écarte les pattes de ce segment en les tirant un peu en avant, on voit apparaître entre leur partie basilaire et l'échancrure du segment, les extrémités des deux vulves.

♂. *Organes copulateurs* (I, 9-22). L'appareil copulateur est formé d'organes paires et symétriques qui font saillie sous le 7e segment, à la place qui est occupée chez les femelles par la 8e paire de pattes. Lorsqu'on regarde l'animal de profil on remarque le renflement qui se trouve à la base de ces organes, et surtout le pro-

longement de couleur ambrée de leur seconde pièce, qui est dirigée obliquement de haut en bas et d'arrière en avant, et qui se recourbe ensuite en arrière en formant un crochet.

Le 7e segment (I, 11, 12, 22) diffère des deux segments bipédigères qui le précèdent et de ceux qui le suivent en ce que sa première paire de pattes est remplacée par les organes copulateurs, et que les pattes de la 2e paire, au lieu de naître très rapprochées l'une de l'autre, sont plus rejetées sur les côtés et laissent entre elles un assez large intervalle.

L'ouverture par laquelle les organes copulateurs font saillie est de forme ovalaire, à grand diamètre transversal et occupant la plus grande partie de la largeur du segment.

Après avoir extrait ces organes du segment on y reconnaît les parties suivantes :

1° Deux *pièces basilaires* (I, 13, 14) symétriques, irrégulières, subcylindriques, plus longues que larges, arrondies à leur face externe, creusées à leur face interne; celle-ci offrant une lame par laquelle elles se soudent l'une avec l'autre. De chaque côté de cette suture ces pièces présentent en avant un demi-canal. A sa face inférieure cette pièce basilaire reçoit la seconde pièce.

2° Une petite *pièce en forme de crochet* (I, 20) insérée dans une échancrure qui se trouve à l'extrémité de la lame par laquelle la pièce basilaire se soude avec sa symétrique. Elle se dirige de dehors en dedans en formant un arc; puis lorsqu'elle est arrivée presque au contact de sa pareille, elle se recourbe de nouveau et revient dans le sens opposé. Sa base est élargie; après cela elle s'atténue d'abord assez brusquement, puis ensuite très graduellement. (Elle est de couleur ambrée). L'extrémité se replie brusquement en sens inverse de la courbure générale de la pièce; elle est renflée en forme de tête, suivie d'une pointe conique. Ce renflement et cette pointe lui donnent l'aspect d'une tête d'oiseau avec son bec (I, 19).

3° La *pièce terminale* (I, 21) est portée par la pièce basilaire. Elle se dirige d'abord en bas et en avant pour se recourber ensuite en dessous. D'un blanc mat à son origine, comme la pièce basilaire, elle prend plus loin cette couleur ambrée translucide qui attire l'attention quand on regarde un ♂ par-dessous. Sa base élargie et arrondie est creusée d'une dépression ou fossette (postérieure) sur les bords de laquelle on remarque des poils assez nombreux du côté interne; ils sont surtout serrés et particulièrement longs sur un tubercule qui se trouve sur le bord de la fossette. La partie beaucoup plus étroite qui continue la pièce au delà de

la fossette, se divise à partir du milieu de sa longueur en deux branches, l'une antérieure, l'autre postérieure qui sont rapprochées sur toute leur étendue, mais qui ont des formes très différentes. La postérieure (postéro-inférieure) présente d'abord un élargissement, puis s'atténue un peu et offre sur sa face postérieure une touffe de poils ou filaments d'une nature particulière. Après cela elle diminue brusquement de largeur et finit par une pointe ou dent légèrement arquée en dehors. En examinant la pièce de côté on voit que celle-ci naît avant la touffe de poils et fait une saillie sur la face externe.

L'autre branche, qui semble naître sur la face antérieure de la précédente, parce qu'elle est plus étroite que celle-ci, a la forme d'une lame aplatie d'avant en arrière, à bords latéraux légèrement arqués, à concavité externe. Vers son extrémité elle s'élargit assez brusquement et présente sur son bord externe une dent laminaire en forme de dent de scie. Au point même où se fait cet élargissement elle se courbe en se dirigeant vers sa base sous la forme d'une longue dent étroite qui, avant son extrémité, offre encore une très petite dent.

La pointe de la branche antérieure n'atteint guère que le niveau de l'inflexion de la branche postérieure.

Organes sexuels secondaires. Les pattes du ♂ adulte sont munies le long du bord interne de leurs articles de petits organes qui n'existent pas chez la ♀ (I, 23-25). Ce sont des tubercules sur lesquels sont insérés obliquement des poils spiniformes plus courts que les poils ordinaires qui se trouvent sur le reste de la surface des articles. Ils sont disposés sur deux rangées longitudinales assez régulières; l'antérieure paraît être composée de tubercules moins gros que la postérieure. Ces tubercules sont plus développés sur le dernier article des pattes. Je les ai trouvés à toutes les pattes, sauf celles de la première paire; toutefois ils sont très peu développés sur la deuxième paire et à peu près nuls sur la dernière paire. — Pour quelques différences concernant la forme des pattes, voir les figures I, 39-42.

Observations : 1. ♂ *et* ♀ *in copula.* Les deux individus sont réunis, avec leurs faces ventrales en contact. Le mâle a ses parties antérieures (depuis le segment copulateur) recourbées de telle sorte que le devant de sa tête se trouve sur la continuation de la face dorsale de la femelle. Le corps de la femelle est à peu près droit, très légèrement creusé sur le dos dans le milieu et relevé en avant et en arrière; sa longueur est de 18 mm. Celui du mâle, tel qu'il est courbé, a 16 mm. de longueur; il dépasse en avant celui de la femelle de 2 mm. En arrière, le corps de la femelle dépasse celui du mâle de 4 mm.

La 1[re] paire de pattes du mâle est appliquée contre la lèvre inférieure. La 2[e] paire et les suivantes sont recourbées et enveloppent les pattes de la femelle, restant en dessous des carènes de celle-ci, sauf les pattes situées en avant des organes copulateurs qui ont saisi la tête et les carènes du premier ou des deux premiers segments de la femelle. Tandis que je cherchais à isoler des autres le segment portant la vulve et celui des organes copulateurs, l'un de ceux-ci s'est détaché de la vulve auquel il était adhérent, l'autre s'est brisé près de la base de sa dernière pièce, en laissant les $^3/_4$ terminaux de celle-ci adhérents à la vulve. Cette pièce a l'air de tenir comme un harpon, mais, bien que pouvant voir sous le microscope jusqu'à l'extrémité de son crochet terminal, il ne m'est pas possible de dire dans quelle partie de la vulve il aboutit.

On doit remarquer que ce crochet terminal n'est pas perforé et qu'un canal, s'il y en a un, ne se trouve pas dans ce crochet.

La pièce ne tient pas dans la vulve seulement par ce crochet, mais elle paraît y être aussi fixée solidement par une substance translucide, d'un brun rouge qui est sans doute le résultat d'une sécrétion solidifiée. Cette substance, qu'on retrouve sur d'autres points dans le voisinage des organes d'accouplement, forme à la surface des vulves un vernis, dans lequel sont retenues les pièces copulatrices. C'est cette particularité qui peut expliquer comment il se fait que deux individus accouplés mis dans l'esprit-de-vin se tortillent quelquefois en tous sens sans parvenir à se séparer.

2. Un *P. complanatus* enfermé dans un petit vase de verre a pondu un grand nombre d'œufs. Il a fait dans la terre une cavité à peu près hémisphérique dont la face plane est formée par la paroi du vase. Les œufs sont très nombreux et forment une masse à peu près globuleuse qui est au milieu de la cavité, et ils sont agglomérés autour de l'extrémité d'une petite brindille qui se trouve pénétrer du dehors jusque dans le centre de la cavité.

La femelle, arquée en demi-cercle, entoure en partie la terre qui enveloppe la cavité. Je déchire sur un point les parois de cette cavité ; la femelle les répare. Si on la dérange, qu'on la transporte sur un autre point du vase, elle retrouve son nid et entoure de nouveau la partie qui enveloppe les œufs. Le lendemain je la retrouve dans la même position.

2. Polydesmus macilentus, C. Koch.

Pl. II, Fig. II, 1-7.

Syn. : *Polydesmus macilentus, C. Koch*, Deutschlands Crustaceen, etc. Heft 40; II-12 (1844).
Polydesmus edentulus, Fedrizzi. — Latzel, loc. cit., p. 154.

Longueur du corps.............. 14,5-15 mm. Largeur du 2me segment............ 1,85 mm.
Largeur du 1er segment.......... 1,25 mm. Longueur d'une antenne............ 2,3 mm.
Longueur d'une patte du milieu du corps, 2,5 mm.

♀. *Corps* plutôt allongé, un peu rétréci en avant, surtout dans les quatre premiers segments; ensuite de largeur presque uniforme jusqu'au 16e ou au 17e; au delà, les segments diminuant de largeur (II, 1).

Face supérieure du premier segment bombée; celle du second un peu moins. Les segments suivants légèrement bombés seulement dans leur milieu.

Chaperon étroit, à bord antérieur peu échancré, avec trois dents dont les pointes arrivent au même niveau. Un étroit sillon médian commence un peu en arrière du niveau des antennes et se continue jusqu'au-dessous du premier segment.

Antennes (II, 4) à premier article arrondi, très court; second en cône renversé, court; 3e le plus long de tous; 4e, 5e et 6e sensiblement égaux entre eux pour la longueur, beaucoup plus courts que le 3e et un peu plus longs que le 2e; 6e fortement renflé à son extrémité distale, surtout à sa face supérieure; 7e beaucoup plus petit, à peu près de la longueur du premier.

Premier segment (II, 2) plus étroit que la tête et que le 2e segment, ovalaire, à diamètre longitudinal égalant à peine la moitié du diamètre transversal. Bord antérieur et bord postérieur également arqués; le bord postérieur offrant une échancrure médiane arrondie, très faible, quelquefois à peine sensible. Bords latéraux régulièrement arrondis ou légèrement obliques d'avant en arrière et de dehors en dedans, très finement bordés. Un peu en arrière du milieu on voit un sillon transversal plus ou moins distinct s'étendant sur une notable portion de la largeur du segment. Quelquefois on voit à une petite distance du bord antérieur un autre sillon transversal plus court. Surface entièrement lisse et unie ou présentant le long du bord postérieur une rangée d'espaces polygonaux effacés, limités par des sillons très faibles. En avant de cette rangée on en aperçoit même quelquefois une seconde.

Ces deux rangées, bien qu'incomplètes sur les côtés, sont les homologues de celles que l'on observe beaucoup plus nettement sur la partie postérieure des métazonites des segments suivants :

Second segment (II, 2) notablement plus large que le premier, mais imbriqué par celui-ci sur un tiers environ de sa longueur; en forme de carré long transversal, sa largeur égalant environ trois fois sa longueur; ses bords latéraux droits, le postérieur très faiblement arqué (à convexité postérieure); les angles antérieurs droits, les postérieurs arrondis.

Troisième et quatrième segments de même grandeur que le second, mais étant plus larges en avant qu'en arrière et ayant leurs bords latéraux largement arrondis. L'angle antéro-externe se portant en avant.

Segments cinquième et suivants (II, 3) plus longs que les précédents, ayant leurs angles antérieurs, ainsi que le bord externe avec lequel ils se continuent, largement arrondis, lisses, sans aucune épine ou denticulation. L'angle postérieur (de la carène) est encore à peu près droit dans le cinquième, mais déjà dans le sixième il est précédé en dedans d'une faible sinuosité qui tend à détacher l'angle en un crochet. Au septième, et surtout au huitième segment ce prolongement en crochet est bien visible, quoique encore peu prononcé. A mesure que l'on examine des segments plus postérieurs on le trouve de plus en plus marqué et prolongé en arrière. La modification est extrêmement graduelle jusqu'au dix-huitième où ce n'est plus qu'une pointe conique dirigée en arrière et qui n'est pas précédée d'une échancrure du bord postérieur.

Si l'on examine la distribution des ornements dans les métazonites des segments 3e à 19e on trouve qu'elle est au fond la même que chez le *P. complanatus* et d'autres espèces du genre, c'est-à-dire que cette partie des segments est divisée en trois bandes transversales; seulement les segments présentent des différences selon qu'ils appartiennent à la région antérieure du corps, à la région moyenne ou à la postérieure. — En sus des caractères de forme, les segments du *P. macilentus* se distinguent toujours des segments du *P. complanatus* par certains caractères d'ornementation. On peut prendre comme représentant une disposition moyenne ou en quelque sorte typique, un des segments du milieu du corps, le 10e par exemple. On y remarque trois bandes transversales différant par leur longueur (d'avant en arrière); la bande antérieure est la plus longue, la postérieure la plus courte; la seconde se rapproche assez pour sa longueur de la première. La première bande

est lisse dans sa région moyenne où elle ne présente qu'un sillon longitudinal. Les deux paires internes d'espaces (dont on retrouve des traces dans les segments postérieurs) font ici complètement défaut; c'est à peine si un œil exercé peut en reconnaître les traces sur certains échantillons sous la forme de deux paires de tubercules excessivement petits, indiquant le centre de ces deux paires d'espaces. Dans la seconde bande ces deux paires internes d'espaces sont bien nettes: chacun des espaces polygonaux qui les forment est terminé en arrière d'une manière anguleuse.

En dehors de ces deux premières bandes et sur la carène, il y a une grande saillie à surface arrondie, formée par l'espace de la paire externe (3e) de la première bande, réuni à celui de la seconde bande, ou du moins très faiblement séparé de lui par un léger sillon transversal incomplet. La troisième bande est formée de trois paires d'espaces occupant entre eux seulement la largeur du segment sous la carène. Enfin, entre le bord externe de la carène et la saillie formée par les paires externes d'espaces des deux premières rangées, et séparée d'elles par un sillon profond, se trouve une élévation allongée parallèle à la ligne longitudinale du corps (et non oblique comme dans le *P. complanatus*). Cette élévation se termine en arrière à l'angle postérieur de la carène.

Dans les premiers segments, et particulièrement dans les 2e, 3e et 4e, qui ont un caractère un peu différent des suivants, les ornements sont moins nets que dans ceux du milieu du corps, et si l'on n'examinait que cette région antérieure, il serait difficile d'établir les divisions que nous venons d'indiquer, En effet, à mesure que l'on va en avant, à partir de la région moyenne du corps, la saillie externe longitudinale devient de moins en moins prononcée et aussi de moins en moins longue puisque la carène ne se prolonge pas en arrière, et les espaces de la seconde et de la troisième rangée sont moins nets. Dans le second segment l'espace externe de la troisième rangée se fond avec la saillie (boursouflure unique formée par les espaces externes de la seconde et de la troisième rangée).

Dans les segments en arrière du milieu les trois bandes transversales tendent au contraire à se ressembler davantage et chaque bande arrive à offrir trois paires d'espaces qui sont un peu plus égaux entre eux que dans la région moyenne du corps. Les deux paires internes d'espaces de la bande antérieure sont encore, il est vrai, très effacés, à contours rarement distincts, mais reconnaissables cependant par la présence de quatre très petites verrues occupant le centre des quatre espaces. On voit aussi une verrue semblable sur l'espace externe (3me paire). La

seconde rangée est bien nette et la disproportion est beaucoup moins grande que dans les segments plus antérieurs entre la paire externe et les deux paires internes d'espaces. Enfin la troisième bande a ses six espaces presque égaux entre eux; dans les derniers segments ils deviennent un peu anguleux et même légèrement épineux en arrière, au 17e, au 18e et surtout au 19e segment ils se terminent chacun ainsi que l'angle postérieur de la carène par un poil dirigé en arrière. Du reste, au 18e et encore mieux au 19e les ornements bien que plus réguliers et plus égaux entre eux, sont moins saillants que dans les segments précédents.

Segment préanal court, arqué en bas, terminé en une pointe tronquée, précédée de deux petits tubercules latéraux pilifères. Quelques poils forment une petite touffe sur la pointe du segment.

Valves anales pourvues d'une bordure saillante arrondie. En avant et en arrière du milieu de sa longueur et en dehors d'elle il y a une dépression. Entre ces deux dépressions la surface des valves forme un angle en contact avec la bordure.

Plaque sous-anale en ogive arrondie, mais portant en arrière, de chaque côté, un tubercule piligère, ce qui, au premier abord, fait paraître le bord postérieur comme tronqué transversalement.

Pattes plus longues en proportion que chez le *P. complanatus*, environ de la longueur des antennes.

Coloration (Voir Pl. XIV, fig. 2). Corps un peu translucide, laissant apercevoir l'intestin sous la forme d'une ligne noirâtre visible sur toute la longueur du corps ou au moins dans sa moitié postérieure. Les parties supérieures et le dessous des carènes d'un brun pâle rougeâtre. Deux grandes taches symétriques plus claires occupant la plus grande partie du premier segment. Valves anales et plaque sous-anale un peu plus claires.

Antennes d'un rougeâtre lie de vin avec la base des articles plus claire. Parties antérieures de la tête, mandibules, lèvre inférieure et face ventrale, d'un blanc jaunâtre sale. Extrémité du chaperon d'un brun d'ambre. Les 5 derniers articles des pattes d'un rougeâtre très clair, translucide.

Obs. A Mornex, village des environs de Genève, Al. Humbert a trouvé 3 ♀ et 3 ♂ d'un *Polydesmus macilentus* dont le corps n'offre que 19 segments et qui diffèrent en outre quelque peu du *P. macilentus* dont la description précède. Humbert dit :

Mêmes caractères que chez le *P. macilentus*; seulement les segments offrant des

dentelures très faibles mais cependant très nettes (3 ou 4 selon les segments), portant chacune un petit poil très court. Ces poils sont arrondis à la pointe, de grosseur égale sur toute leur longueur ou en massue. Les tubercules de la rangée postérieure des segments portent des poils semblables déjà sur les métazonites de la partie antérieure du corps; ces poils semblent être assez caducs. On en voit aussi sur les côtés du 1er segment et il y en a une rangée parallèle à son bord antérieur. Outre la rangée antérieure de poils le long du bord antérieur du 1er segment il y en a une le long du bord postérieur et une autre transversale, sur le milieu environ de la longueur; cette dernière formée de six poils. Sur tous les segments suivants on voit trois rangées de poils, une antérieure, une postérieure et une intermédiaire, composée chacune de six poils. Entre ces rangées et le bord externe de la carène on voit un poil, qui s'élève sur la saillie aboutissant à l'angle postérieur. C'est peut-être le reste de trois poils correspondant à trois tubercules (?).

3. Polydesmus pilidens, C. Koch.

Pl. II, Fig. III, 1-9.

Syn. : *Polydesmus pilidens, C. Koch,* System der Myriapoden, p. 136 (1847).
Id. *Id.* *Id.* Die Myriapoden, I, p. 85, fig. 74.

Longueur du corps	12,7 mm.	Largeur du 2me segment	1.5 mm.
Largeur du 1er segment	1,05 mm.	Longueur d'une antenne	2,05 mm.

Longueur d'une patte du milieu du corps, 1,75 mm,

♀. *Corps à surface mate, sans éclat;* ayant les mêmes proportions que le *P. macilentus*, peu rétréci en avant aux segments 2e à 4e, ne s'atténuant en arrière qu'à partir du 17e. Premiers segments ayant la face supérieure du métazonite non relevée sur les côtés, à peu près plane, un peu plus voûtée à partir du 5e ou du 6e.

Chaperon armé dans son échancrure antérieure de trois dents courtes atteignant au même niveau. Un sillon frontal assez large en avant, mais se rétrécissant bientôt, commence immédiatement en arrière du niveau des antennes et se prolonge jusqu'en dessous du 1er segment.

Antennes médiocres : 1er article très petit; 2e plus long; 3e le plus long de tous; 4e à peu près de même longueur que le 2e ou légèrement plus long que lui; 5e un peu plus long que le 4e; 6e de même longueur que le 4e, mais beaucoup plus ren-

flé, piriforme; 7e plus petit, ayant environ la moitié de la longueur du 6e. Tous les articles revêtus d'une villosité très fine, plus abondante sur les derniers.

Premier segment (III, 2) plus étroit que la tête et que le second segment, court d'avant en arrière. Son bord antérieur arqué, passant au bord latéral par des angles arrondis. Bords latéraux courts, dirigés en ligne droite d'avant en arrière, formant avec le bord postérieur un angle vif presque droit. Bord postérieur presque transversal, formé de trois lignes, dont l'une médiane, transversale, est réunie à l'angle externe par deux autres lignes un peu arquées. De chaque côté, sur le milieu environ de la longueur du bord latéral, ou un peu plus en avant du milieu, on voit une dentelure, quelquefois obsolète, mais dont la place est au moins indiquée par un poil obliquement dirigé en dehors.

Second segment aussi large ou plus large en avant qu'en arrière, environ de la largeur de la tête, incliné en avant et ayant ainsi une partie de son bord antérieur recouvert par le premier segment. Ses carènes s'avançant un peu obliquement en avant où elles forment un angle aigu, tandis que leur angle postérieur est moins vif et plus que droit. Ses bords latéraux dentelés en scie par trois échancrures dont la première très faible se trouve précisément à l'angle antérieur, la seconde un peu en arrière de cet angle, et la troisième vers le milieu de la longueur du bord. Bord postérieur formé de trois lignes dont les deux latérales se portent un peu en avant sur les côtés.

Troisième segment ayant des formes très semblables à celles du second, mais notablement plus court que celui-ci; ses carènes moins portées en avant; son bord antérieur toujours passablement plus large que son bord postérieur; dentelures des bords latéraux disposées comme celles du second segment.

Quatrième segment très semblable au troisième, très légèrement plus long que lui. Bord antérieur de ses carènes un peu plus transversal; bord postérieur plus égal en largeur à l'antérieur. Dentelures des bords latéraux comme au troisième.

Cinquième segment et suivants (III, 3) un peu plus larges que le quatrième. Le bord externe et l'angle antérieur des carènes plus arrondis. — Le bord postérieur, d'abord à peu près transversal dans le 5e segment, devient ensuite graduellement plus aigu et recourbé en arrière. Dans les derniers segments avant le préanal (17e à 19e) les angles à pointe dirigée en arrière se détachent nettement du reste du segment; au 19e ils ne forment plus guère qu'une forte épine.

Dans cette espèce la distribution des ornements de la surface des métazonites en

trois rangées est évidente dans tous les segments sans exception. Seulement le nombre des tubercules ou espaces dans les divers segments est soumis à des différences apparentes provenant des coalescences de certains de ces ornements. En outre, selon la région du corps les ornements se présentent sous la forme de tubercules isolés (segments 1 à 4) ou d'espaces en contact les uns avec les autres et séparés seulement par des lignes enfoncées. Ces espaces offrent souvent sur leur milieu une verrue plus ou moins développée et portent, comme les tubercules isolés, un poil caduque. Dans les derniers segments, surtout à la rangée postérieure, cette verrue peut se confondre avec l'espace sur lequel elle repose et former une petite épine dirigée en arrière.

Sur le premier segment on voit une rangée de dix très petits tubercules arrondis équidistants, portant chacun un petit poil dressé perpendiculairement. En arrière de cette rangée s'en trouve une autre transversale de huit tubercules beaucoup plus gros; ces tubercules sont tantôt assez égaux entre eux, tantôt inégaux et peuvent être réduits à trois paires; quelquefois ils sont assez effacés. Entre cette seconde rangée et le bord postérieur on voit sur le milieu quatre tubercules contigus assez saillants et en dehors de ceux-ci deux autres paires formant de chaque côté une ligne oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant.

Sur le second segment la rangée antérieure est formée dans le milieu de quatre petits tubercules égaux bien distincts, occupant une largeur moindre que celle du prozonite. Immédiatement derrière cette rangée se trouve la seconde qui n'est guère plus large qu'elle et composée aussi de quatre tubercules, mais plus gros et séparés à leur base par des lignes enfoncées. Enfin la troisième rangée est formée de six espaces tuberculeux semblables à ceux de la seconde et s'élevant en courtes saillies coniques le long du bord postérieur. Les trois paires d'espaces de cette rangée occupent environ la largeur d'un prozonite. L'inégalité de nombre entre les tubercules de la première rangée, ceux de la seconde et ceux de la troisième est seulement apparente. En effet, sur la base de la carène, immédiatement en dehors des deux premières rangées de tubercules se trouve une grosse saillie arrondie représentant la fusion des tubercules de la paire externe (3e) de la première et de la seconde rangée. L'on peut constater chez un certain nombre d'échantillons que cette saillie (ou boursouflure) est divisée par un faible sillon à peu près transversal en deux espaces appartenant l'un à la première rangée, l'autre à la seconde; seulement la paire externe de la première rangée est située plus en dehors que

celle de la seconde, et la seconde plus en dehors que celle de la troisième. Sur le milieu de chacun de ces espaces s'élève une petite verrue ou tubercule. L'on trouve ainsi que les trois rangées ont chacune trois tubercules ou espaces distincts. Entre cette saillie et le bord externe de la carène il y a encore une élévation allongée représentant le bourrelet qui, dans les segments plus postérieurs aboutit à l'angle postérieur de la carène.

Le bourrelet n'est pas ici tout à fait continu, il se compose de deux élévations situées l'une derrière l'autre et placées au niveau de la seconde et de la troisième rangée. Bien que l'on n'en trouve pas qui se rattache à la première rangée, je pense que l'on peut considérer les ornements du segment comme formés typiquement de trois rangées transversales, composées chacune de quatre paires d'espaces ou tubercules. Dans le premier segment, la première rangée semble même se composer de cinq paires de tubercules bien distincts.

Les segments 3e et 4e ont la même ornementation que le second ; dans le 4e on distingue plus nettement sur la boursouflure en dehors de la première et de la seconde rangée les deux petits boutons qui indiquent que cette saillie est due à la coalescence de deux espaces.

A partir du 5e métazonite le sillon qui sépare la première rangée de la seconde devient graduellement un peu arqué en arrière et les tubercules qui forment la première rangée au lieu d'être beaucoup plus petits sont au moins aussi grands que ceux des deux rangées suivantes. Ils sont plus aplatis que dans les quatre premiers segments, mais portent chacun un petit bouton sur leur milieu. Dans la seconde rangée les deux espaces tuberculeux internes sont moins grands que ceux de la paire qui les suit en dehors (2e paire). A partir du 6e ou du 7e segment la grande saillie extérieure aux deux rangées antérieures de tubercules commence à être plus nettement divisée en deux espaces distincts par un sillon transversal. Le bourrelet externe longitudinal aboutissant à l'angle postérieur de la carène n'est bien développé que dans les segments 15e à 19e. Dans les derniers segments, surtout dans le 18e et le 19e, les trois rangées deviennent très semblables et les six tubercules qui forment chacune d'elles sont très égaux ; ceux de la troisième rangée, et à un moindre degré, ceux de la seconde, arrivent à prendre une forme de pyramide dirigée en arrière.

Les pores répugnatoires s'ouvrent en dehors et en haut sous la forme d'une échancrure allongée, occupant la partie postérieure du bord externe de la carène.



A partir du 5e segment la petite dentelure qui occupe l'angle antérieur de la carène devient presque nulle ou disparaît même complètement. On ne voit donc nettement dans les segments en arrière du 4e : que deux dentelures au bord externe dans les segments sans pores, et trois dans les segments porifères. Ces dentelures sont moins marquées que dans les quatre premiers segments. Chaque dent porte un poil ; les tubercules des métazonites en portent aussi tous à l'état normal. Les deux dentelures principales et constantes divisent le bord du segment en trois intervalles correspondant aux trois rangées transversales de tubercules.

Segment préanal subconique, un peu renflé à la base de l'épine, terminé en une pointe tronquée-arrondie, inclinée en bas : un peu avant son extrémité on voit de chaque côté une saillie ou dent.

Valves anales munies d'un bourrelet sutural et de deux paires de tubercules rapprochés de ce bourrelet; l'une de ces paires placée au milieu de la longueur, l'autre en arrière.

Plaque sous-anale en ogive, avec de chaque côté, un peu avant son extrémité, une saillie anguleuse piligère.

Parties supérieures de la tête se montrant finement chagrinées sous une très forte loupe. Premier segment granuleux comme la tête; deuxième, troisième et quatrième n'ayant de granulations que dans les sillons; les tubercules à peu près ou entièrement lisses. Segments des régions moyennes et postérieures du corps presque complètement lisses. Dessous des carènes lisse.

Prozonites divisés par une ligne circulaire en une partie antérieure granuleuse ou plutôt finement squameuse et une partie postérieure marquée de faibles plis irréguliers.

Pattes recouvertes de la base à l'extrémité d'une villosité uniforme.

Coloration. Toutes les parties supérieures et les antennes, d'un brun rougeâtre ; face inférieure des carènes, flancs, valves anales, plaque sous-anale et pattes plus claires ; dessous de la tête, face ventrale des segments et premier article des pattes d'un blanc jaunâtre.

Dans ce Polydème, comme dans les deux autres espèces, on trouve des individus plus foncés et d'autres plus clairs. Les sujets complètement adultes sont en général d'un brun assez prononcé.

♂. Le mâle ne diffère que fort peu de la femelle ; il a sensiblement les mêmes proportions qu'elle, mais atteint des dimensions un peu plus fortes. Les pattes sont

plus longues et plus grosses et ont chez l'adulte des tubercules spinifères caractéristiques.

Longueur .... 13,7 mm. Largeur du 2e segment............. 1,59 mm.
Largeur au 1er segment............. 1,08 mm. Longueur d'une antenne... ... . 2,5 mm.
Largeur d'une patte (du 2e segment) 2,35.

Rapports et différences. Cette espèce se rapproche beaucoup du *P. macilentus* par ses dimensions et ses formes générales; elle s'en distingue toutefois aisément par la surface mate de son corps, par la forme et les ornements de ses segments et en particulier du premier.

Hab. Les jardins en compagnie du *P. macilentus* et du *P. complanatus*. On trouve le *P. pilidens* abondamment à la fin de l'automne sous les planches gisant sur le sol, sous les détritus végétaux, etc.

Obs. Les figures III, 7-9, se rapportent à un Polydême que Al. Humbert a trouvé une fois dans une boîte contenant des *Polydesmus macilentus* et *P. pilidens*, une seconde fois dans une boîte remplie de terre et contenant les trois espèces de *Polydesmus*, mais surtout le *P. pilidens*. L'auteur est d'avis que ce Polydême appartient à cette dernière espèce. Le corps se compose de 7 segments dont 3 sont pourvus d'une paire de pattes, chacun. Le nombre des articles basilaires de l'antenne n'a pas pu être déterminé avec certitude. *(Réd.)*

Quant à la fréquence des trois espèces de Polydêmes ici décrits, c'est *P. complanatus* qu'on rencontre le plus souvent; *P. pilidens* vient en seconde ligne. Le *P. macilentus* semble être assez rare : sur 80-100 Polydêmes Humbert n'a trouvé qu'un seul *P. macilentus*.

Genre STRONGYLOSOMA, Brandt.

4. Strongylosoma pallipes (Olivier), Gervais.

Pl. II-V, Fig. IV, 1-75, et Pl. XIV, Fig. 3.

Syn. : *Julus pallipes, Olivier,* Encyclopédie méthodique; Insectes, T. VII, p. 414.
Strongylosoma pallipes, Gervais, Aptères, IV, 116. — *R. Latzel,* loc. cit., p. 168.

♀ Longueur du corps............... 11 mm. Largeur aux carènes du milieu du corps 1,1 mm.
Longueur d'une antenne, 2 mm.

Tête étroite, fortement débordée sur les côtés par les mandibules. Vertex bombé, lisse, limité latéralement par le prolongement en dehors et en arrière de

la cavité de l'antenne, marqué d'un profond sillon longitudinal commençant en arrière au niveau du premier segment, ne s'étendant pas en avant jusqu'au niveau des antennes.

Antennes (IV, 9, 12, 13) rapprochées sur la ligne médiane, en massue, à articles 2e à 6e sensiblement égaux en longueur ; le 5e article renflé à son extrémité ; le 6e le plus gros, commençant à se renfler près de sa base, environ 2 $^{1}/_{2}$ fois plus long que le 7e qui est le plus petit de tous.

Premier segment (IV, 1, 36, 38) à bord antérieur fortement et régulièrement arqué en avant et sur les côtés où il va rencontrer le bord postérieur, qui est presque droit, ou qui ne se porte que très faiblement en avant sur ses côtés. — Ce segment a sur les côtés une bordure qui va jusqu'à l'angle formé par la rencontre du bord antérieur avec le bord postérieur.

Les segments 2e, 3e (IV, 8) *et 4e* se ressemblent plus entre eux qu'ils ne ressemblent soit au premier, soit aux segments suivants; leurs prozonites sont à peu près invisibles ; leurs métazonites sont courts et dépourvus du sillon transversal qu'on voit sur les métazonites des segments suivants. Chacun de ces trois segments est caréné sur les côtés. La carène du 2e segment a une forme différente de celle de tous les autres segments; elle forme une petite expansion horizontale coupée carrément, aussi bien en avant qu'en arrière, et ayant une partie de sa surface occupée par un épaississement de son bord externe. La carène du 3e segment qui est la plus courte, est formée par un bourrelet arqué, arrondi en avant, terminé brusquement en arrière. Celle du 4e segment ressemble à celle du 3e ; elle est seulement un peu plus longue et a une direction plus oblique relativement à l'axe du corps, parce que le segment est plus large en arrière qu'en avant. Les carènes de ces trois segments diffèrent aussi entre elles par la hauteur à laquelle elles sont situées. En examinant l'animal de profil (IV, 2) on voit que la carène du 2e segment est située à un niveau beaucoup plus bas que toutes les autres ; que la carène du 4e segment est sensiblement au même niveau que celles des segments suivants et que la carène du 3e segment est à un niveau intermédiaire entre celle du 2e et celle du 4e.

A partir du *5e segment* on trouve un autre type de segment qui se conserve jusque près de l'extrémité postérieure du corps. Les prozonites sont plus visibles, les métazonites sont plus longs et marqués d'un sillon transversal situé à peu près à égale distance du bord antérieur et du bord postérieur. Ce sillon ne s'étend pas sur toute la longueur du métazonite, mais s'arrête assez loin des carènes ; il n'existe plus sur les trois derniers segments.

Les carènes diffèrent selon qu'elles portent des pores répugnatoires ou n'en portent pas. Celles qui n'ont pas de pores, c'est-à-dire les carènes des segments 6, 8, 11 et 14, sont formées par de simples bourrelets longitudinaux peu prononcés, séparés du reste de la face supérieure du métazonite par un étroit sillon. Vus par-dessous ces bourrelets ne se présentent pas sous la forme de carènes, car ils se continuent par une courbe régulière avec la face latérale et inférieure du métazonite. Les carènes portant des pores, c'est-à-dire celles des segments 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15 et suivants sont de même forme que les autres, mais seulement plus épaissies, surtout en arrière. Le pore s'ouvre latéralement dans l'angle postérieur de la carène. Sur les derniers segments la carène devient de moins en moins prononcée ; elle manque complètement au préanal.

Segment préanal dépassant les valves anales, terminé en pointe mousse, portant de chaque côté, un peu avant son extrémité, un petit tubercule.

Valves anales (IV, 5) médiocrement bombées, bordées d'un bourrelet le long de la fente anale.

Plaque sous-anale (IV, 3, 4) en angle arrondi en arrière.

Pattes assez longues : dans le milieu du corps (10e segment) la longueur de leurs 6 articles est plus grande que la largeur du segment (IV, 7).

A partir du 2e segment chaque métazonite porte à la face latérale inférieure, un peu au-dessus des pattes, une étroite carène longitudinale. Elle est plus courte dans les segments 2e, 3e et 4e, en raison de la faible longueur du métazonite en dessous, et elle est surtout saillante au 2e segment dans lequel elle est située plus bas que dans les suivants. Arquée dans ces segments 2e à 4e, elle devient plus droite et en même temps moins prononcée dans les suivants. Elle devient de moins en moins accusée à mesure que l'on s'approche de l'extrémité postérieure du corps et ne se voit plus sur les deux ou trois derniers segments.

L'espace entre les antennes et le chaperon est tomenteux. Les antennes sont revêtues d'une villosité courte et serrée.

Quelques poils courts et espacés se voient sur les segments, surtout le long du bord antérieur et du bord postérieur : sur les segments situés en arrière du milieu ils n'existent guère que le long du bord postérieur ; le préanal en porte une rangée transversale dans son milieu, une autre près de son extrémité postérieure, et enfin quelques-uns sur sa pointe postérieure et sur les deux tubercules latéraux qui la précèdent. Il y a un poil de chaque côté de la plaque sous-anale. La pièce de support

des pattes et les pattes sont revêtues d'une villosité qui est rare sur la pièce de support et les premiers articles, serrée sur les trois ou quatre derniers articles.

Coloration. Parties supérieures et antennes d'un brun rougeâtre clair tirant plus ou moins sur le jaunâtre ou la couleur de chair. A partir du 5e segment la moitié antérieure des métazonites est d'une teinte blanchâtre. Une raie dorsale médiane brune (due à la couleur du canal intestinal), est surtout visible à partir du 5e ou du 6e segment. Le bord des carènes supérieures offre un mince filet d'un brun foncé. Chaperon d'un jaunâtre ambré. Parties inférieures et pattes blanchâtres.

♂. Les mâles sont en général un peu moins longs que les femelles, à peu près dans la proportion de 10 à 11, et aussi un peu plus grêles. Les plus grands sujets atteignent une longueur égale et même un peu supérieure à celle des plus petites femelles. Les dimensions absolues sont :

Longueur moyenne..............	10,64 mm.	Largeur moyenne aux carènes du 11e segment....................	1,015 mm.
Longueur du plus long mesuré.....	11,0 mm.	Largeur du plus large mesuré......	1,05 mm.
Longueur du plus court mesuré....	9,5 mm.	Largeur du plus étroit	1 mm.

La *coloration* est la même dans les deux sexes; chez le mâle elle semble être quelquefois un peu plus vive.

Les *antennes* ne présentent pas de différence appréciable entre un sexe et l'autre.

Outre la présence des organes copulateurs, ce qui distingue facilement le mâle à l'extérieur, ce sont la forme et la villosité d'une partie des pattes et l'existence chez le mâle d'une saillie particulière de la face inférieure du 5e segment qui manque chez la femelle.

La *1re paire de pattes* a la même forme chez le ♂ que chez la ♀, mais tandis que chez la ♀ tous les articles portent des poils clairsemés et disposés d'une manière assez uniforme et régulière sur toute la surface des articles, chez le ♂ le dernier article porte tout le long de son arête inférieure une quantité de poils un peu arqués, formant une brosse assez serrée (conf. IV, 51, 52).

Les *pattes de la 2e paire* du ♂ (IV, 52) sont plus solidement unies au segment, plus courtes et moins grêles que chez la ♀ (IV, 51). Leur premier article se termine à son angle interne par une saillie arrondie portant quelques poils courts. Ces pattes présentent la même villosité que celles de la première paire, et leur

dernier article porte en dessous la même brosse formée de poils arqués (IV, 55 ♂). On remarque en outre sous la première moitié de la face inférieure du 3e article de nombreux poils recourbés (IV, 58)[1].

Les *pattes de la 3e paire* (IV, 8, 61) ont une forme toute différente de celles qui les précèdent. Elles naissent près l'une de l'autre, n'étant séparées que par une « pièce d'insertion » peu étendue en largeur. Le premier et le second articles ne présentent rien de remarquable ; ils paraissent seulement un peu trapus si on les compare aux articles homologues des pattes du milieu du corps ; ils sont sensiblement de même longueur, le second n'étant pas plus long que le premier. Le 3e article ne dépasse que de peu la longueur ordinaire, mais il est considérablement renflé et porte près de son extrémité interne une saillie dirigée en bas, naissant en forme de cône et se prolongeant ensuite en un cône tronqué qui porte à son extrémité une touffe de poils. Le renflement de cet article affecte surtout la forme de sa face inférieure (soit interne) de sorte que, lorsqu'on regarde la patte par derrière ou par devant, la ligne formée par le bord supérieur (soit externe) des articles est assez régulière et normale, et que c'est seulement la ligne formée par leur bord inférieur (soit interne) qui est rendue très irrégulière par les dimensions anormales de ce 3e article. Les articles 4e, 5e et 6e, bien que plus courts et plus gros que ceux des pattes du milieu du corps, présentent des proportions assez normales et en rapport avec celles des deux premiers. Le 6e article porte une brosse semblable à celle des pattes précédentes.

Les *pattes de la 4e paire* (1re du 5e segment) reproduisent exactement les formes, les dimensions et la villosité de celles de la 3e paire (IV, 64).

Les *pattes des 5e, 6e et 7e paires* ont les mêmes formes que leurs homologues chez la femelle et n'en diffèrent que par ce qu'elles sont un peu plus grosses et qu'elles portent, comme celles qui les précèdent, à la face inférieure du dernier article, les poils en brosse caractéristiques des mâles. Ces poils commencent cependant dès la 5e paire à être un peu moins développés que dans les pattes précédentes ; ils cessent à une petite distance de l'extrémité de l'article.

Les *pattes des paires 9e et 10e* ne présentent déjà plus de brosse sous le dernier article. Elles deviennent ainsi de plus en plus semblables à celles de la femelle, n'en différant que par des dimensions un peu plus fortes et des poils un peu plus abondants et un peu plus forts à tous les articles.

[1] Comp. aussi les figures IV, 54, 56, 57, 58, avec leurs explications.

C'est entre les pattes de la 4e paire (1re du 5e segment) que se trouve un organe particulier au sexe mâle et que je nommerai la *palette* (IV, 6, *p*, 20, 62, 63, 64). C'est une saillie chitineuse, de consistance solide, aussi large que haute, aplatie d'avant en arrière, épaissie dans son milieu, à bords à peu près tranchants, descendant verticalement en se recourbant seulement très légèrement en avant vers son extrémité inférieure. Vue par derrière ou par devant, elle présente près de sa base un étranglement qui échancre ses bords latéraux. Son bord inférieur est à peu près arrondi, formant dans le milieu un angle peu marqué. Sa face postérieure porte des poils espacés, courts et très fins ; sa face antérieure est en grande partie couverte de poils plus longs et serrés, dirigés obliquement en bas,

♂ *Organes copulateurs.* Le 7e segment offre une large ouverture en ovale transversal, un peu étranglé dans le sens de son petit diamètre (IV, 21). Cette ouverture qui est percée dans la partie antérieure du métazonite en empiétant sur le prozonite, donne passage aux organes copulateurs. Chacun de ceux-ci est formé de deux pièces articulées l'une sur l'autre à angle droit ou un peu aigu (IV, 23-27). La pièce basilaire, en partie interne, est dirigée de haut en bas et d'avant en arrière ; l'autre, tout à fait externe, s'étend d'arrière en avant depuis le bord postérieur de l'ouverture du segment jusqu'à l'intervalle qui sépare les deux paires de pattes du segment précédent (6e et 7e paires) (IV, 23).

La première pièce (IV, 34, 35, 24, *a*) est en forme de cylindre un peu déprimé, de couleur blanche, offrant quelques saillies. A la base on remarque un orifice par lequel passent les muscles faisant mouvoir la pièce. La partie antérieure de la pièce est complètement ouverte et donne insertion à la 2e pièce. A sa face interne, près de son extrémité distale, il naît une sorte de crochet ou dent recourbée (IV, 30, 24, *b*), finissant en pointe courte mais aiguë. La face antérieure de la pièce porte un peu avant son extrémité trois ou quatre poils. Sur cette première pièce il s'en articule à angle droit une seconde beaucoup plus complexe, d'un jaune ambré translucide. Vue de côté elle se montre de largeur assez uniforme (confr. IV, 24, 27, *c*) ; par-dessous ou par-dessus elle présente un tout autre aspect (IV, 23-28, *c*). L'on y distingue trois régions. La première qui s'articule avec la pièce précédente est subtriangulaire, à angle très arrondi ; sa face inférieure bombée est garnie de poils assez nombreux. Elle est suivie d'une seconde région plus étroite et glabre, qui supporte la partie terminale beaucoup plus élargie. Cette dernière région est formée principalement de deux grandes lames minces, l'une inférieure, l'autre supérieure, réunies seule-

ment à leur base. L'inférieure est en forme de faucille à convexité externe, dessinant un demi-cercle presque parfait ; près de sa base naît un long processus étroit, spiniforme et un peu avant son extrémité on voit une courte dentelure. La lame supérieure, plus droite que l'inférieure, s'étend par conséquent moins en dehors qu'elle et plus en dedans ; elle se termine en avant par deux processus arqués dont l'externe est plus court et plus large, l'interne plus long et plus grêle.

A la base et à la face inférieure de la 2e pièce on remarque une dépression en forme d'entonnoir, rappelant par ses formes la conque d'une oreille humaine. Elle est placée de telle sorte qu'elle peut recevoir le crochet qui prend naissance sur la pièce précédente (IV, 24).

La cavité infundibuliforme constitue le commencement d'un canal qui se recourbe bientôt et se rétrécit, ce canal se contourne un peu et devient excessivement fin, mais en prenant des parois épaisses. On suit parfaitement son trajet jusqu'à l'extrémité du rameau canalifère (soit rameau supérieur). Il s'ouvre par un très petit orifice à l'extrémité recourbée de ce rameau.

Caractères sexuels secondaires[1].

Le seul point de la région céphalique dans laquelle j'ai pu constater des différences appréciables entre le mâle et la femelle, c'est la partie de la lèvre inférieure qu'on appelle *stipites interiores* (pièces antérieures internes). Les deux sexes se distinguent nettement à l'état adulte par la forme des poils qui se trouvent sur ces pièces :

Dans l'un et l'autre sexe, on trouve sur le bord antérieur de chacune des deux pièces deux poils très droits et assez longs (6 — 8 mill.), s'atténuant graduellement de la base à l'extrémité, qui se termine en pointe assez effilée (comp. IV, 68-70). Chez la ♀ (IV, 70), on trouve sur chaque pièce de 11 à 15 poils disposés plus ou moins distinctement sur deux rangées longitudinales, faisant suite d'avant en arrière aux deux longs poils antérieurs. Ils ont tous à peu près les mêmes formes que ces derniers, sauf que certains d'entre eux sont parfois un peu arqués. Dans les régions

[1] Les caractères sexuels secondaires des Chilognathes sont très nombreux et portent sur des organes très divers : mandibules, lèvre inférieure, segments, pattes de diverses paires (forme des poils, épines, poils microscopiques des *Chordeuma*, etc.), puis sur l'état de jeunesse des ♂. Malheureusement les notes laissées par Al. Humbert ne sont pas assez complètes pour permettre de donner les caractères sexuels secondaires de chaque espèce. Le *Str. pilipes* est la seule espèce dont l'auteur ait laissé une description détaillée. *(Réd.)*

postérieures leur longueur tombe à 4 et 3 mill. Chez le ♂ adulte (IV, 68), les poils sont complètement différents de ceux de la ♀, sauf les deux antérieurs que nous avons dit être identiques chez le ♂ et la ♀. Leur nombre est beaucoup plus considérable ; il y en a environ quatre fois plus que chez la ♀. Ainsi chez l'individu figuré, on en compte 53.

Ils sont surtout très rapprochés dans les régions antérieure et moyenne : sur le tiers postérieur de la pièce il y en a très peu. Leur forme (confr. IV, 73, 75) est très spéciale et ils ne ressemblent à aucune des variétés de poils si nombreuses que l'on observe chez les Chilognathes. Ils ont plutôt l'apparence de chevilles que de poils. La plupart d'entre eux ne sont que deux fois ou deux fois et demie plus longs que larges. Ils sont cylindriques, tantôt s'atténuant plus ou moins à l'extrémité, tantôt renflés dans leur région médiane ou dans la région terminale. Ils se divisent ordinairement à l'extrémité en trois pointes égales naissant à des hauteurs différentes et inégales de longueur. Au lieu de pointes il peut y avoir des tubercules arrondis plus ou moins saillants. On trouve aussi quelques autres petites variations à cet égard.

Chez le jeune ♂ (IV, 69), même dans la phase qui précède la dernière mue par laquelle l'individu passera à l'état d'adulte, les poils des *stipites interiores* n'ont aucun rapport pour leur forme et leur nombre avec ceux du ♂ adulte, mais au contraire rappellent tout à fait ce que l'on voit chez la ♀. Ils sont sensiblement en même nombre que chez celle-ci, sont distribués de la même manière et ont les mêmes dimensions.

Individus adultes.

Premier segment. Identique chez le ♂ et chez la ♀.

Deuxième segment paraît être identique dans les deux sexes.

♂. *1re paire de pattes.* Quelques différences de forme dans les poils de la face interne des articles 2-5. Ils sont plus trapus (surtout à l'article 2e), arqués vers l'extrémité, à pointe courte, et portent du côté convexe, non loin de l'extrémité, une dent ou bordelure dirigée dans le même sens que la pointe. Le 6e article présente un aspect tout différent de celui de la ♀ parce qu'il porte à sa face interne de longs poils nombreux et grêles, très rapprochés les uns des autres, formant une masse serrée allant de la base de l'article jusqu'à l'ongle (comp. IV, 52).

♂. *3e segment.* Légère différence de forme à la face inférieure, due sans doute à la présence des organes génitaux (comp. IV, 41, 42).

2e *paire de pattes*. Les pattes de cette paire présentent entre le ♂ et la ♀ de nombreuses différences ; mais celles-ci ne semblent pas être toutes des caractères sexuels secondaires. En effet, les organes génitaux, tant du ♂ que de la ♀ s'ouvrent à la base postérieure de la 2e paire de pattes. On peut donc attribuer directement à la forme différente des organes génitaux les modifications qu'on observe dans la pièce basilaire de cette paire de pattes chez le ♂ et chez la ♀.

Il n'en est pas de même pour ce qui concerne les articles proprement dits. Les 1er, 2e, 3e diffèrent de formes et de dimensions d'un sexe à l'autre ; le 4e et le 5e sont semblables ; enfin le 6e présente de nouveau quelques différences. Quant aux poils ils présentent chez le ♂ les mêmes particularités que dans la 1re paire, et par conséquent les mêmes différences relativement à la ♀ (confr. IV, 48-52).

♂. *4e segment et 3e paire de pattes* : Segment tout à fait semblable à celui de la ♀.— Pattes de formes très singulières (comp. IV, 59, 60, 61) : Le 3e article surtout est tout à fait caractéristique et présente des formes qui ne se retrouvent que dans l'article correspondant de la paire suivante (1re du 5e segment). Au lieu d'être grêle et allongé comme celui de la ♀ il est considérablement renflé; le renflement affectant surtout sa face inférieure (IV, 60, 61). Il porte aussi à cette face un prolongement cylindro-conique. La région centrale de l'article est occupée par une assez grosse glande, dont le canal s'ouvre à l'extrémité du prolongement en question. Les articles suivants ressemblent tout à fait aux articles correspondants de la paire précédente ; le 6e a la même brosse de longs poils qu'aux pattes précédentes.

♂. *5e segment et 4e et 5e paires de pattes* (IV, 62-64). Ce segment est le premier qui porte deux paires de pattes. Chez la ♀ celles-ci sont semblables l'une à l'autre. Chez le ♂ les deux paires de ce segment sont différentes. L'antérieure (4e) ressemble tout à fait à la 3e paire ; la postérieure (5e) commence au contraire ce qu'on peut appeler la série de pattes normales (IV, 65).

Le 5e segment porte en outre une pièce à laquelle j'ai donné le nom de *palette* et qui doit être considérée, du moins provisoirement, comme un organe sexuel secondaire. Elle naît entre les articulations de la 4e paire de pattes, occupant environ les $^2/_3$ de l'espace libre. Vue de face elle a la forme d'un large grattoir de bureau à pointe mousse. A sa face antérieure (IV, 63) elle porte de nombreux poils assez égaux et régulièrement posés (55-60 et plus), descendant verticalement le long de la pièce. A la face postérieure (IV, 62), on n'en compte que 3 ou 4. En examinant la pièce par cette face postérieure, on aperçoit par transparence deux canaux droits,

parallèles, qui semblent traverser l'enveloppe chitineuse du segment pour venir s'ouvrir l'un près de l'autre à la base de la palette.

Les pattes de la 5e paire ressemblent beaucoup à celle de même numéro chez la ♀. La brosse sous le 6e article est moins touffue qu'aux pattes précédentes et composée de poils moins arqués.

♂. *6e segment et 6e et 7e paires de pattes.* Pattes ne différant pas de celles de la 5e paire.

♂. *7e segment.* Ne porte qu'une seule paire de pattes, la postérieure (9e de la ♀). La paire antérieure est transformée en organes copulateurs. La base de ces organes insérés dans le segment étant beaucoup plus volumineuse que celle des pattes, les orifices d'insertion sont très développés et se confondent en un seul (Pour la description des organes copulateurs, voir plus haut).

Jeune ♂ à 19 segments et 28 paires de pattes.

Le jeune ♂ dans cette phase ne diffère de la ♀ dans la même phase (c'est-à-dire ayant 19 segments et 29 paires de pattes) que par le nombre des paires de pattes et par la présence d'organes copulateurs rudimentaires. Les caractères sexuels secondaires font complètement défaut; ils n'apparaissent que lorsque l'animal acquiert son 20e segment et ses deux dernières paires de pattes. Il n'y a ni *palette*, ni pattes renflées, ni brosses de poils. A la place qu'occuperont les organes copulateurs chez le mâle adulte on voit dans le 7e segment une ouverture (IV, 21), à bord antérieur droit, à bord postérieur en arc de cercle, à angles latéraux très arrondis. Cette cavité est occupée par une paire d'organes qui la ferment à peu près complètement, du moins en avant et sur les côtés. Ces organes sont fermés chacun par une plaque chitineuse bombée, lisse, faisant un peu saillie au delà du niveau du segment (IV, 22). Ils sont unis sur la ligne médiane par une suture droite; leur angle antéro-interne est droit; leur angle postéro-interne et leur angle externe sont arrondis.

Il semble que ces plaques soient une protection pour les organes copulateurs en voie de formation, une sorte de coque à l'abri de laquelle ils se développent.

Jeunes ayant 10 segments et 6 paires de pattes.

Dans cette phase les pattes sont distribuées comme suit :

1er segment	....	1	paire de pattes.
2e »	....	0	»
3e »	....	1	»
4e »	....	1	»
5e »	....	2	»
6e »	....	1	»
7e »	....	0	»
8e »	....	0	»
9e »	....	0	»
10e »	....	0	»

Le 7e segment est bien développé et a des bourrelets latéraux.

Le 8e, et surtout le 9e sont courts et cylindriques.

Les antennes ont leurs articles bien distincts, beaucoup plus semblables à ceux de l'adulte que dans l'échantillon de 9 segments (figuré).

Les organes buccaux ont la même apparence que chez l'adulte,

Les stigmates sont répartis comme suit :

Une paire à la base de la 3e paire de pattes. Cette paire ne me paraît envoyer aucune branche trachéenne en arrière, mais elle fournit toutes les parties antérieures (segments et tête). — Deux paires naissant à la base des pattes de la 4e et de la 5e paires (qui dépendent du 5e segment). Elles paraissent envoyer en avant des branches trachéennes courtes et peu nombreuses. En arrière, au contraire, les filaments trachéens provenant de ces deux paires de stigmates s'étendent au moins jusqu'à l'extrémité postérieure du 7e segment. — Une paire naissant à la base de la 6e paire de pattes (6e segment). Elle fournit peu en avant, mais envoie des ramifications trachéennes dans toute la région postérieure du corps.

Jeunes ayant 9 segments.

Les pores répugnatoires sont placés sur les 5e et 7e segments.

Jeunes au sortir de l'œuf.

Individus trouvés le 14 juin dans de la terre où avaient été mis au commencement de mai des ♂ et ♀ adultes.

Outre la tête, dont les organes buccaux semblent avoir des formes encore assez renflées et peu nettes, on compte 7 segments dont le 1er, le 3e et le 4e portent chacun une paire de pattes.

Un petit bourrelet sous le 5e segment doit, sans doute, être considéré comme l'indice des pattes qui paraîtront à la phase suivante.

Le 7e (préanal) a sa pointe bien marquée. Au-dessous de cette pointe sont les valves anales qui forment une saillie arrondie encore très molle.

Dans cette phase, les Strongylosomes paraissent être tout à fait inactifs.

D'autres individus que l'on pourrait aussi, au premier abord, considérer comme venant d'éclore, parce qu'ils semblent être aussi inactifs que les précédents, doivent représenter la phase suivante (?). L'animal a le même nombre de segments que celui décrit ci-dessus; mais en arrière des trois premières paires de pattes il y en a trois autres, dont deux sur le 5e segment et une sur le 6e, qui sont encore *emmaillottées*. On distingue très bien leurs articles, leurs ongles, poils, etc., au travers de l'enveloppe en doigt de gant dans laquelle elles sont enfermées.

Famille des CRASPÉDOSOMIDES

Genre CRASPEDOSOMA, Leach.

5. Craspedosoma Rawlinsii, Leach.

Pl. VI, Fig. V, 1-15, et Pl. XIV; Fig. 4.

Syn : *Craspedosoma Rawlinsii, Leach,* Trans. Lin. Soc. Lond., t. XI, part. 2, p. 380.
Craspedosoma Rawlinsii, Latzel, loc. cit., p. 191.

♀ 30 segments, 50 paires de pattes.

Longueur du corps	16 mm.	Largeur au 15e segment	1,6 mm.
Largeur de la tête (aux mandibules)	1,35 mm.	Largeur au 25e »	1,28 mm.
Largeur du 1er segment	1,08 mm.	Longueur d'une antenne	2,9 mm.

♀. *Corps* (fig. V, 1) rétréci en avant et surtout en arrière, avec la tête notablement plus large que les premiers segments.

Le 1[er] segment est plus étroit que le 2[e]. A partir du 2[e] les segments augmentent très graduellement de largeur et atteignent environ au 8[e] leur maximum, puis se maintiennent à la même largeur. Il est impossible de fixer le segment auquel la largeur commence à décroître, tant la diminution est graduelle. Elle devient bien appréciable à partir du 20[e] ou 21[e], s'accuse surtout dans les 5 ou 6 derniers. Vu par-dessus, le corps ne se termine pas en pointe, mais il est tronqué à son extrémité postérieure.

Tête grosse (IV, 2), élargie par le renflement des deux articles basilaires des mandibules, couverte d'une villosité courte, fine et régulière, ne cessant que vers le chaperon, offrant un très court sillon longitudinal sur son bord postérieur.

Chaperon formé par une lame amincie ; ses côtés arrondis, enfermant entre eux une échancrure assez forte, garnie de trois dents, dont la médiane est plus grande que les deux latérales qui la dépassent cependant en avant.

Antennes (V, 4) écartées l'une de l'autre, insérées le long du bord externe du crâne, et ayant une forme très gracieuse, grêles et formant trois coudes entre les articles 2[e] et 3[e], 3[e] et 4[e], 4[e] et 5[e]. Le 3[e] le plus long, ensuite les 5[e], 4[e], 2[e], 6[e], 7[e] et 1[er].

Plaques ocellaires en forme de triangle dont les angles sont arrondis, surtout celui qui est le long du bord de la tête. Ocelles arrondis, très distincts, au nombre de 25 à droite et 26 à gauche. Le côté postéro-interne de la plaque, le plus long à droite, composé de 7 ocelles ; la rangée qui suit de 6, les suivantes de 6, 5, 4 et 2 ; enfin un dernier, plus petit que les autres, se trouve en arrière de l'angle postérieur et ne se rattache bien ni à la rangée du bord postéro-interne, ni à la rangée externe. A gauche les rangées sont disposées de même, sauf que la rangée antéro-inférieure a trois ocelles au lieu de 2. L'on a par conséquent 7, 6, 5, 4, 3, 2 et 1 supplémentaire. — La moitié postérieure du côté externe de la plaque ocellaire longe le bord externe de la tête.

1[er] segment moins large que la tête (avec les mandibules) et que le 2[e] segment, plus de 2 fois plus large que long, à bord antérieur régulièrement arqué. Le bord postérieur droit, ou très légèrement échancré dans son milieu, se portant obliquement en avant sur les côtés. Par leur rencontre, le bord antérieur et le postérieur formant les angles latéraux qui se trouvent au niveau de la moitié de la longueur du segment. Un espace un peu élevé (plus large en avant qu'en arrière) occupe la partie centrale du segment. Une dépression arquée la sépare de l'espace des

côtés, lesquels sont également boursouflés. Sur chaque moitié, le premier segment porte trois soies; chacune d'elles naît sur un petit bouton. L'une, implantée sur l'angle externe, est dirigée en dehors et s'arque légèrement en arrière. Une seconde se trouve un peu plus en dedans, à un tiers environ de la distance qui sépare l'angle externe de la ligne médiane, plus près du bord antérieur que du postérieur. Enfin, la 3e, plus rapprochée de la ligne médiane, à un tiers environ de la distance qui sépare la ligne médiane de l'angle externe, naît à peu près au milieu de la longueur du segment.

Les segments suivants sont larges et courts, surtout les 2e, 3e et 4e (V, 2).

En dessus, la partie centrale des métazonites n'est que peu plus saillante que le prozonite. Sur les côtés, au contraire, il y a des carènes à formes arrondies, s'étendant obliquement de dedans en dehors et d'arrière en avant. Elles portent trois soies de chaque côté, comme le 1er segment; les deux plus externes ont la même position; la 3e naît un peu plus en avant que dans le 1er segment, à l'angle antéro-interne de la carène. — Aux segments suivants les carènes passent très graduellement à des formes différentes; elles deviennent moins distinctement séparées de la région centrale du métazonite et moins obliques; leur bord externe qui, dans les premiers était en angle mousse, devient de plus en plus régulièrement arrondi. A partir du 19e ou 20e segment environ le métazonite offre en dessus l'aspect d'un demi-anneau qui n'est presque plus renflé sur les côtés, qui se continue en-dessous, mais en devenant plus étroit et moins saillant, et qui s'efface en arrivant près des pattes.

Dans les segments tout à fait postérieurs (V, 3) on ne distingue plus de carènes; il n'en reste d'autre vestige que le bouton plus ou moins allongé qui porte la soie externe. Les soies naissent de plus en plus près du bord postérieur du segment. Dans cette région elles ressemblent d'une manière frappante, en raison des boutons sur lesquels elles naissent, de leur nombre, de leur disposition et de leur direction, à celles du *Chordeuma sylvestre*. On trouve également à la partie postérieure du segment préanal, comme chez le *Chordeuma*, deux poils fins posés à l'extrémité d'un petit cône mousse.

Les parties du *segment préanal* situées en-dessous du milieu de la hauteur du corps sont cachées sous le segment précédent. Le bord postérieur de ce segment est largement tronqué transversalement et atteint l'aplomb de l'extrémité postérieure des valves anales.

Valves anales assez comprimées, lisses ou marquées de stries obliques très effacées ; bourrelet marginal peu marqué sauf vers les deux tiers de la longueur du bord où il se développe en un angle marqué, qui donne aux valves anales un profil tronqué. Trois poils se succèdent d'avant en arrière sur chaque valve près du bord marginal.

Plaque sous-anale en ogive, offrant de chaque côté près de l'extrémité postérieure, un tubercule portant un long poil dirigé en arrière.

La *coloration* (voir pl. XIV, fig. 4) se compose de brun foncé, de noir et de jaune. Le dessus des 5 ou 6 premiers segments est d'un brun chaud. Petit à petit il apparaît de chaque côté du métazonite une ou deux taches jaunâtres, d'abord peu marquées, puis devenant plus nettes, dont l'une est peu éloignée de la ligne médiane longitudinale et dont l'autre, tout à fait externe, s'étend même sur les côtés. C'est sur la première que naît le poil interne de chaque segment; les deux autres poils naissent sur la tache latérale. Ces taches jaunes, qui deviennent très nettes en arrière (p. ex. au 20ᵉ segment) perdent de nouveau leur netteté dans les 5 ou 6 derniers segments. Une teinte noirâtre, plus intense sur le métazonite que sur le prozonite, s'étend le long du dos, entre les taches jaunes internes. Elle est effacée dans le 1ᵉʳ segment et même dans les deux ou trois suivants, où le brun domine ; elle est au contraire plus développée et plus intense dans les segments postérieurs (p. ex. 18ᵉ à 25ᵉ ou 26ᵉ). Enfin, elle s'atténue de nouveau dans les 3 ou 4 derniers. La séparation entre les deux taches jaunes de chaque demi-segment, qui est peu nette dans les segments antérieurs, le devient davantage dans ceux des parties moyennes postérieures par l'intercalation entre ces taches d'un espace noirâtre qui devient de plus en plus grand et plus foncé. Ordinairement ce caractère s'efface de nouveau dans les 5 ou 6 derniers segments, où les taches se fondent plus ou moins avec les teintes foncées sur les côtés du corps. Au-dessous des taches jaunes latérales le métazonite est d'un brun noirâtre, plus foncé dans les segments postérieurs que dans les antérieurs ; le prozonite est d'une teinte moins foncée. Les parties inférieures et les pattes sont d'un brun-jaunâtre assez clair ; les valves anales et la plaque sous-anale sont brunâtres.

Le dessus de la tête d'un brun chaud assez foncé ; parties antérieures, entre le niveau des antennes et le chaperon, un peu plus claires. Yeux noirs. Antennes ayant leurs deux premiers articles brunâtres, les suivants plus foncés, noirâtres.

Pubescence : antennes garnies d'une villosité peu abondante sur leurs deux 1ᵉʳˢ

articles, serrée sur les 5 derniers. Villosité des pattes peu abondante et développée surtout à la face inférieure dans les trois premiers articles; plus serrée, garnissant tout le pourtour de l'article, mais formée de poils moins longs, dans les articles suivants.

♂. *Organes copulateurs*. On distingue les mâles des femelles non seulement à leur coloration plus foncée, mais aussi à la forme de leur 7e segment qui est plus gros que les autres et dépourvu de pattes (V, 7). En-dessus, ce segment paraît plus renflé, mais offre du reste à peu près la même forme que les autres. Vu par sa face inférieure, il présente au contraire un aspect tout différent de ceux qui le précèdent et de ceux qui le suivent. Au lieu d'une région antérieure (prozonite) et d'une région postérieure (métazonite), on ne voit de chaque côté qu'une large surface lisse, uniformément bombée. L'ouverture inférieure du segment est large; les bords qui la limitent présentent chacun dans sa région postérieure une profonde échancrure.

L'*appareil copulateur* est composé de deux parties, l'une antérieure, l'autre postérieure.

1° La *partie postérieure* (V, 13-15) est formée d'une seule pièce solide, en grande partie translucide, plus large que longue, convexe à son bord postérieur, faiblement concave à son bord antérieur, à angles externes légèrement prolongés en dessous. — Du bord postérieur de cette pièce s'élèvent trois apophyses; les deux latérales sont assez coniques et presque droites; la médiane (V, 14*a*) s'étrangle avant le sommet pour se terminer par un renflement tronqué et même un peu excavé à sa face supérieure. Une lame verticale, située dans un plan longitudinal, va de cette apophyse jusqu'au bord antérieur de la pièce; son arête supérieure, qui est tranchante en avant, devient plus large en arrière. — Du bord antérieur de la pièce naissent deux apophyses coniques (V, 11), un peu recourbées en arrière (caniniformes), à peu près égales aux deux apophyses postérieures et situées en face d'elles.

2° La *partie antérieure* (V, 8-13) est plus compliquée que la postérieure. On peut y distinguer trois pièces qui sont reliées les unes aux autres.

a). Une *pièce centrale* (V, 8, 10*a* et 11), bombée en-dessus et creusée en-dessous, qui, vue par sa face supérieure (V, 11), paraît formée de deux moitiés trapézoïdales symétriques, réunies dans la moitié antérieure de leur bord interne qui est moins long que l'externe. Il naît en avant de sa face supérieure une paire d'appendices longs et grêles qui s'étendent en arrière. De chaque côté le bord postérieur de la

pièce est garni d'une frange de poils longs et forts, qui forment une sorte de peigne à dents fines et dirigées en arrière.

b). Pièces antérieures (V, 8, 10-*b* et 9). Contre la face antérieure de la pièce centrale est appliquée une lame bombée portant une carène mince, mais très développée, et rappelant tout à fait par sa forme le bréchet d'un oiseau, dont la lame bombée représenterait le sternum.

c). Pièces latérales (V, 8-*c*, 12). Sur l'angle antérieur-externe de la pièce centrale est fixé, de chaque côté, par une articulation mobile, une pièce externe de forme assez complexe, composée d'une lame basilaire mince et d'une partie lamellaire arquée, à convexité externe ; elle présente à son bord postérieur et inférieur une saillie qui, lorsqu'on regarde la pièce par-dessus a l'apparence d'une dent recourbée. Ces pièces latérales sont dépassées en dessus par les fouets de la pièce centrale, et elles recouvrent les deux apophyses antérieures de la pièce postérieure.

Obs. En ce qui concerne les *caractères sexuels secondaires* du *C. Rawlinsii*, nous n'avons trouvé dans les notes de l'auteur que les indications suivantes (*Réd*) :

♂ *trouvé accouplé*, à 7 paires de pattes avant les organes copulateurs, portées par les segments 1er à 6e (le 6e en porte 2, les autres chacun une). Les deux premières paires plus courtes que les suivantes. Après les organes copulateurs on compte 41 paires de pattes. Toutes les pattes, à l'exception des 2 premières paires et des 7 dernières, portent en dessous au dernier article des pelottes composées de nombreuses petites cupules. Ces pelottes n'existent pas chez la femelle. De petits appendices mous et presque transparents naissent sur le premier article des pattes des paires 8e et 9e.

Nota. Paul Gervais a publié en 1844 dans son *Atlas de zoologie* la figure coloriée d'une espèce qu'il considère comme le *Craspedosoma polydesmoides* de Leach. Il y a joint une figure au trait de deux segments du corps et une figure de la tête et du premier segment, vus par-dessus. Ces deux figures ont l'air d'être bonnes. Une autre figure représente un segment vu par derrière (ou par devant); celle-là est évidemment fautive car l'anneau est figuré comme complètement fermé en dessous. Gervais appelle plus tard (Insectes aptères, IV, p. 120) le Craspédosome en question *Crasp. Wagæ*.

P. Gervais dit que les Craspédosomides ont des segments monozonaires; c'est une erreur en ce qui concerne les deux espèces du Salève et probablement aussi toutes les autres (Conf. aussi *Latzel*, Myriapoden der œsterr. ungarischen Monarchie, II, p. 212).

Genre CHORDEUMA, C. Koch.

7. Chordeuma sylvestre, C. Koch.

Pl. VI-VIII, Fig VII, 1-38.

Syn. : *Chordeuma sylvestre*, *C. Koch*, System der Myriapoden, p. 124.
Chordeuma sylvestre, *Latzel*, loc. cit., p. 210,

♀ ayant 30 segments, 49 paires de pattes.

Longueur du corps................ 16,5 mm. Largeur du corps............. .... 1,46 mm.
Longueur d'une antenne 2,75 mm.

Corps (non compris la tête) atténué à ses deux extrémités, fortement étranglé dans sa partie antérieure où il forme une sorte de col (VII, 1). Les segments augmentant régulièrement de largeur du 1er au 6e ou 7e; en arrière de ce dernier l'augmentation devenant insensible. Les segments postérieurs, surtout les 5 ou 6 derniers diminuant assez rapidement de grosseur.

Tête (VII, 2) grosse, fortement renflée en dessus, avec une profonde excavation transversale en arrière, paraissant très large par suite de la forte saillie bombée que forme la pièce basilaire des mandibules. Face antérieure entre le niveau des antennes et le bord du labre assez plane, descendant bas, garnie de poils assez serrés, de grosseur et de longueur diverses, devenant plus rares sur le sommet de la tête. Les bords latéraux de la tête, vus par devant, peu obliques. Le *chaperon* arrondi sur ses côtés, échancré angulairement avec trois dents aiguës dont la médiane la plus grande.

Antennes (VII, 5) assez écartées à leur base, formant trois coudes : le 1er entre le 2e et le 3e article; le 2e entre le 3e et le 4e article; le 3e entre le 4e et le 5e. Articles 5e, 6e, 7e formant une ligne droite. 1er article en cylindre, à peine aussi long que large; 2e article assez long; 3e le plus long de tous; 4e un peu plus long et un peu plus grêle que le 2e; 5e en cône allongé, grêle à sa base, évasé à son extrémité distale, plus long que le 4e et moins que le 3e; 6e de même forme, mais legèrement renflé vers son extrémité et n'ayant que la moitié de la longueur du 5e; 7e ayant environ la moitié ou les deux tiers de la longueur du 6e, un peu renflé à la base, puis diminuant de grosseur et tronqué à son extrémité. Le 1er article ayant

trois ou quatre poils près de son extrémité distale. Des poils semblables, très longs, placés dans la même situation, se voient sur tous les segments suivants, sauf au 7e, où ils sont du moins peu distincts. On trouve, en outre, sur toute la longueur des articles à partir du 2e, des poils nombreux, moins longs et plus obliques : peu nombreux sur le 2e article ils deviennent plus abondants sur les suivants où ils forment une villosité très serrée (VII, 6).

La *plaque oculaire* (VII, 3) est en triangle équilatéral avec des bords quelquefois légèrement arqués. Le sommet de l'un des angles est en arrière, le bord opposé est en avant à une petite distance en arrière de l'insertion de l'antenne, le côté externe du triangle touche en arrière le bord externe du crâne (contre lequel s'appuie la mandibule) et ne s'en écarte presque pas en avant. Les ocelles sont bien distincts, circulaires, bombés et souvent disposés avec une régularité presque mathématique. Dans les plaques les plus régulières on compte 7 ocelles le long de chacun des côtés du triangle, les trois qui occupent les sommets des angles étant communs à deux rangées marginales. En comptant le nombre des ocelles dans les rangées transversales successives entre un côté et l'angle qui lui est opposé, on en trouve 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, soit en tout 28. Les deux plaques diffèrent souvent l'une de l'autre en quelques points pour la disposition des ocelles. Ainsi l'une des rangées peut avoir un ocelle de plus ou de moins que les nombres indiqués ci-dessus; les rangées peuvent être aussi un peu déviées.

Premier segment en forme de segment de sphère, ayant un bord antérieur fortement arqué en avant et un bord postérieur transversal droit, formant à droite et à gauche, par leur rencontre, un angle qui ne descend que peu sur les côtés. Bord antérieur finement bordé.

Le *second segment* et tous les suivants sont en anneau régulier mais incomplet en dessous. Le bord antérieur et le bord postérieur sont sensiblement parallèles. Le bord inférieur limitant la fissure ventrale est arrondi en avant où il se continue avec le bord antérieur ; dans sa moitié postérieure il va, en remontant un peu obliquement, aboutir à l'angle postérieur. Le long de ce bord inférieur ou du moins de ses deux tiers postérieurs il y a une sorte de rainure ou de coulisse formée par une petite carène marginale et une autre carène parallèle, à une petite distance du bord, qui aboutissent à l'angle postérieur. Le prozonite et le métazonite sont du même diamètre et ne sont séparés l'un de l'autre que par un sillon circulaire très fin qui, arrivé à une petite distance du bord inférieur du segment, se courbe brusquement

en arrière et va obliquement se terminer contre la carène parallèle au bord, sur le milieu de la longueur du métazonite.

Segment préanal (VII, 4) atteignant en arrière à peu près à la même distance que les valves anales et par conséquent les recouvrant sans les dépasser. Ses parties inférieures et latérales cachées sous le segment pénultième; ses parties supérieures seules visibles, continuant régulièrement la ligne du dos et ayant leur bord postérieur tronqué-arrondi

Les segments portent chacun à droite et à gauche trois tubercules piligères dont les deux supérieurs ne sont bien développés que dans la région moyenne et la postérieure. Ces tubercules forment de chaque côté de la ligne médiane trois rangées longitudinales (VII, 1 et 4). La rangée inférieure se trouve à moitié hauteur du corps; sur le premier segment le tubercule appartenant à cette rangée se trouve un peu au-dessus de l'angle formé par la rencontre des deux bords du segment. La rangée supérieure est peu éloignée de la ligne médiane dorsale. Dans certains échantillons (éch. figuré) on la suit en avant jusque sur le premier segment, mais dans d'autres il est presque impossible de la distinguer dans les premiers segments. Les tubercules de la rangée intermédiaire sont situés à moitié distance entre ceux de la rangée inférieure et ceux de la rangée supérieure; comme ces derniers ils ne sont pas visibles en avant sur tous les échantillons. En avant et jusque vers le milieu du corps ces tubercules ne sont jamais bien distincts; il n'y a pas d'élévation marquée de la surface du segment; on voit plutôt un petit enfoncement immédiatement en arrière de la base du poil. Dans les segments postérieurs, surtout à partir du 22e ou du 23e les tubercules deviennent de plus en plus gros en forme de carène tronquée postérieurement et de plus en plus allongés; leur bord postérieur se rapprochant de plus en plus du bord postérieur du segment qu'il atteint dans les deux derniers. Les poils qui sont extrêmement fins et très caducs dans les régions antérieures, deviennent dans les segments postérieurs (surtout dans les sept ou huit derniers) beaucoup plus gros et se présentent sous la forme de grosses soies insérées sur la partie postérieure du tubercule et dirigées obliquement en arrière (VII, 21).

Du bord postérieur du segment préanal naissent deux petits organes dirigés en arrière qui, au premier abord, ont l'aspect de poils, mais qui sont très différents des autres poils du corps en ce qu'ils sont mobiles. Sur l'animal vivant on les voit s'élever et s'abaisser d'un mouvement alternatif, l'un s'élevant tandis que l'autre

s'abaisse. Ces organes se composent d'un petit cylindre terminé par un poil et peuvent être comparés à un poinçon porté sur un manche cylindrique.

Valves anales assez comprimées, fortement allongées, tronquées en arrière, et portant chacune 3 (ou 4) poils le long de leur bord sutural.

Plaque sous-anale semi-circulaire chez le mâle, plus large chez la femelle.

♂. Les pattes de la *1re paire* ne présentent pas de différences avec celles de la femelle.

Les pattes de la *2e paire* diffèrent des mêmes chez la ♀ en ce qu'elles sont un peu plus grosses. La moitié interne de leur article basilaire fait en dessous une saillie arrondie descendante, à extrémité hyaline et entourée d'une couronne de longs poils ou plutôt de cils très fins et très longs dirigés en bas (VII, 15). Ces cils sont au nombre d'une douzaine environ. Sur le côté postérieur j'en compte 7 (Confr. VII, 9 et 15 avec VII, 10 et 19).

La 7e *paire de pattes* (VII, 22-25) est extrêmement modifiée et doit être considérée comme faisant partie des organes copulateurs. On y voit :

1° Une pièce impaire (*a*), irrégulière, deux fois plus large que longue, dont le bord supérieur est échancré en arc de cercle, dont les angles latéraux inférieurs forment une saillie arrondie et dont le bord postérieur, un peu échancré sur les côtés, est prolongé dans son milieu en une grande pièce triangulaire.

2° Une paire de pièces (*b*) s'articulant sur celle-ci et presque en contact l'une avec l'autre par le bord interne. Très larges à la base, ces pièces vont en se rétrécissant en bas et, à leur côté interne, elles se prolongent en une apophyse terminée en angle qui dépasse un peu la base de l'article suivant.

3° L'article suivant, soit le 2e (*c*), s'insère sur le bord externe de celui-ci et en dehors de l'apophyse. Il est trapu, presque aussi large que long et garni à sa face inférieure de poils très longs.

4° Il vient ensuite un 3e article (*d*) beaucoup moins gros et un peu plus long que le précédent. Il est en forme de massue, c'est-à-dire renflé à son extrémité.

5° Enfin le dernier article (*e*) est très petit, conique et terminé par un poil (?). Cet article terminal (*e*) est quelquefois caché dans la fossette articulaire de l'article précédent ; il faut alors exercer une certaine compression pour le faire saillir.

Les deux premiers articles continuent la direction de la pièce basilaire ; le 3e forme avec eux un coude et est dirigé en arrière et un peu en haut (Dans la figure on voit ce 3e article rejeté en dehors par suite de la compression de la lamelle qui

le recouvrait sur le porte-objet). Sur le dernier article on remarque encore les traces des 3 articles dont il se compose.

L'*appareil copulateur* proprement dit se compose :

A. D'une pièce antérieure formée elle-même d'un ensemble de petites pièces unies les unes avec les autres (VII, 26-30).

a). Il y a d'abord, à la base, une lame arquée (*a*), formant une demi-circonférence d'ovale transversal, à convexité antérieure. Elle est un peu plus haute sur les côtés que dans son milieu.

b. De chaque côté de cette pièce et immédiatement derrière ses extrémités latérales il s'en articule une autre (*b*), claviforme, dirigée presque verticalement de haut en bas, seulement un peu inclinée en arrière. Sa partie renflée est au niveau de la pièce en ceinture (*a*) qui vient d'être décrite ; le reste paraît cylindrique lorsqu'on regarde de côté, mais par devant ou par derrière on voit que la pièce est plus large à son extrémité, coupée un peu obliquement et terminée par une partie laminaire repliée sur elle-même.

Sur le devant de cette pièce, presque aux $^2/_3$ de sa hauteur, il y a un espace plus haut que large qui porte des poils extrêmement fins, arqués et dirigés obliquement de bas en haut (VII, 29 et 30). En dedans de ces longues tiges latérales se trouvent d'abord une paire de tiges plus courtes et plus grêles (*c*), entre lesquelles il existe une pièce impaire (*d*).

c). Les deux petites tiges (*c*) ont une structure tubuleuse. Elles sont élargies à la base, d'abord coniques, puis assez régulièrement cylindriques dans leur seconde moitié et arrondies à leur extrémité. Elles ont l'apparence de petites cornes d'abondance à peu près droites (VII, 28). Toute leur face antérieure et une partie de leurs côtés sont couvertes de pustules arrondies serrées les unes contre les autres et ne cessant qu'un peu avant l'extrémité distale. Ces pièces (*c*) sont dirigées de haut en bas et d'arrière en avant.

d). La pièce impaire (*d)* vue de profil a la forme d'une bottine dont la semelle regarderait en arrière et dont la pointe du pied, un peu retroussée, serait dirigée en bas et en avant. La face antérieure de ce prolongement en forme de pied porte des verrues ou tubercules nombreux et assez serrés qui cessent avant l'extrémité. Vue par devant, cette partie ressemble assez à une langue recouverte de papilles.

En dessus et en avant cette pièce présente deux mamelons superposés. L'inférieur solide continue la partie précédente et est comme elle couvert de verrues.

Le supérieur est formé par une membrane mince toute garnie de papilles pointues[1].

APPENDICE A LA FAMILLE DES CRASPÉDOSOMIDES

(Note de l'Éditeur).

GENRE ATRACTOSOMA, Fanzago.

Ce genre a été établi pour les espèces de l'ancien genre *Craspedosoma*, chez lesquelles les segments du corps offrent des carènes latérales semblables à celles qu'on observe chez les *Polydesmus*.

6. ATRACTOSOMA UNICOLOR[2], Humbert.

Pl. VI; Fig. VI, 1-6.

Syn : *Craspedosoma sp. ? Al. Humbert,* in manuscriptis.

« Entièrement d'un grisâtre clair. Les pattes seules légèrement plus pâles à la base ; leurs quatre derniers articles un peu roses. Yeux d'un brun noir. 58 segments, 46 paires de pattes. Au moins les deux derniers segments apodes[3]. »

Longueur du corps .... 12 mm. Largeur du corps au milieu.......... 1,4 mm.

1 ♀ adulte et divers individus non adultes pris au mont Salève, dans les mêmes lieux que le *Craspedosoma Rawlinsii.*

Les individus non complètement adultes que nous avons trouvés dans la collection Humbert se rapprochent beaucoup par leurs formes de l'*A. athesinum*, Fedrizzi (Comp. Latzel, l. c., page 183), et ressemblent surtout à l'*A. bohemicum* Rosicky

[1] Pour les autres pièces comprenant les organes copulateurs, nous sommes obligé de renvoyer le lecteur à l'explication des figures *(Réd.).*

[2] Al. Humbert n'a pas donné de nom spécifique à cette espèce. Il l'avait placée dans le genre *Craspedosoma,* n'ayant sans doute pas connu le travail de Fanzago à l'époque où il s'occupa de ce type. Dans ses notes il désigne l'espèce sous l'appellation de : *espèce unicolore,* pour la distinguer du *Craspedosoma Rawlinsii, espèce brun et jaune.* En conséquence de cette appellation, nous avons cru pouvoir appliquer à ce myriapode le nom *unicolor, Humb.*

[3] Nous n'avons trouvé dans les notes de l'auteur aucune autre description que cette courte diagnose.

(Cp. Latzel, p. 186). Ils offrent la même couleur que ce dernier, lequel est peut-être identique au *Craspedosoma polydesmoides*, Leach (Cp. Latzel, p. 189).

A propos des figures laissées par Humbert (Pl. VI, fig. VI, 1-6), il faut observer que sur la fig. 1*a* les carènes latérales ne font pas suffisamment saillie. En revanche les fig. 2 et 3 sont fort bien réussies, si ce n'est que la partie médiane des segments apparaît peut-être un peu trop bosselée et que le tubercule portant le poil interne est trop peu accusé.

Comparée à l'*A. bohemicum*, la présente espèce offre les différences suivantes : le bord externe des carènes est renflé sur toute la longueur, tandis que chez l'*A. bohemicum*, le bourrelet n'atteint pas le bord postérieur[1]. — Vus de profil ou par derrière (fig. VI, 4), les carènes offrent un sillon longitudinal peu profond; or ce sillon ne semble pas exister dans les espèces traitées par Latzel.

L'unique individu ♂ que nous avons sous les yeux compte 28 à 29 segments; mais il n'est pas adulte ; il semble être à l'état qui précède la dernière mue, ses organes copulateurs n'étant encore qu'imparfaitement développés.

Comparé au *Craspedosoma Rawlinsii*, l'*A. unicolor* offre, sans parler des carènes des segments, les différences suivantes :

La partie mandibulaire de la tête est sensiblement plus saillante, plus renflée ; le bord postérieur des segments est distinctement concave au milieu ; le 1[er] segment est plus triangulaire en avant, à angle indiqué, quoique arrondi. La couleur est d'un testacé uniforme avec les pattes plus pâles que le corps. Enfin l'animal est plus aplati, moins cylindrique, grâce au développement des carènes latérales des segments.

[1] La figure donnée par Latzel (l. c., Pl. VI, fig. 77) ne s'accorde pas très bien avec la description de la page 187 et ne semble pas être très exacte.

FAMILLE DES JULIDES

GENRE BLANIULUS, Gervais.

8. BLANIULUS FRAGARIARUM, Lamarck.

Pl. VIII, Fig. VIII, 1-12 et Pl. XIV, fig. 5.

Syn. : *Blanjulus guttulatus, Bosc; — Gervais; — Latzel* loc. cit., p. 250.
Julus fragariarum, Lamarck, Hist nat. des Anim. sans Vertèbres, t. V.

Nombre des segments.......... ♀ 52; ♂ 50. Nombre des segments post. apodes.. ♀ 4; ♂ 3.
Nombre des paires de pattes..... ♀ 91; ♂ 87.
Mesures des deux plus grands individus :
Longueur totale...... ♀ 17 mm.; ♂ 15 mm. Largeur.......... ♀ 0,68 mm.; ♂ 0,65 mm.
Rapport de la longueur à la largeur : ♀ = 100 : 4; ♂ = 100 : 4,33.

Formes grêles, allongées. Corps de même largeur sur toute sa longueur, ne s'atténuant que dans les segments tout à fait postérieurs (Pl. XIV, fig. 5). Les segments de la région antérieure légèrement moins hauts que ceux qui suivent; cette différence très faible est appréciable seulement dans les tout premiers segments. La hauteur diminue de nouveau dans les derniers, surtout d'une manière sensible dans les 3 ou 4 derniers segments.

Tête lisse. *Chaperon* à échancrure médiocre, tri-dentée, les 3 dents arrondies, atteignant au même niveau. Région antérieure de la tête portant des poils espacés, cessant avant le niveau des antennes. Pas de points enfoncés en arrière de l'échancrure du chaperon. Pas de sillon sur le vertex. Deux poils (sensitifs?) sur le sommet de la tête[1].

Antennes longues et grosses (VIII, 1). Premier article court, à peu près aussi large que long. Le 2e article à peine plus long que le 3e et le 5e; le 3e très semblable au 2e; le 4e plus court que les deux précédents et que le 5e et même un peu plus court que le 6e; le 5e d'abord grêle mais s'élargissant bientôt en cône assez

[1] Voir Meinert : *Blaniulus guttulatus,* Naturhist. Tidsskr., 3, R. V., p. 19.

régulier ; le 6e en cylindre un peu étranglé à la base et légèrement renflé dans le milieu de la longueur ; le 7e court, guère plus long que large. Toute l'antenne couverte de poils assez forts, abondants sur tous les articles sauf sur les deux premiers. — *Yeux nuls*.

Premier segment à profil triangulaire (VIII, 1). Le bord postérieur descendant verticalement, et parallèle au bord du 2e segment, ne se courbant que fort peu en avant à sa réunion avec le bord antérieur. Celui-ci presque droit, faiblement arqué, formant par sa rencontre avec le postérieur un angle rentrant légèrement en dessous et à côtés légèrement arrondis. Dans l'angle inférieur du 1er segment on voit 3 ou 4 plis parallèles partant du bord antérieur et aboutissant au bord postérieur qu'ils rencontrent en formant avec lui un angle à peu près droit. L'angle inférieur du premier segment atteint à peu près au même niveau que le bord inférieur du second.

Les *autres segments* ont leur partie supérieure lisse, dépourvue de stries ; celles-ci ne commençant que notablement au-dessous du pore répugnatoire ; elles sont horizontales, s'infléchissant un peu dans le sillon circulaire. Les deux ou trois plis (stries) supérieurs ne dépassent pas le sillon circulaire en arrière ; au lieu d'être horizontaux, ils sont obliques de haut en bas et d'avant en arrière. Dans les segments du milieu du corps il y a 6 ou 7 plis complets et au-dessus de ceux-ci deux ou trois incomplets. — Sillon circulaire formant une dépression annulaire, régulière, assez profonde, se rapprochant davantage du bord postérieur en dessous qu'en dessus,

Pores répugnatoires extrêmement petits, percés directement dans la surface du segment (soit : n'étant entourés d'aucune dépression ni d'aucun bourrelet), situés assez haut sur le segment, à moitié distance entre le sillon circulaire et le bord postérieur. Le sillon circulaire et les stries devenant de moins en moins marqués dans les derniers segments.

Segment préanal (VIII, 2) n'atteignant pas aussi loin que les valves anales ; sa surface lisse ; son bord inférieur ordinairement visible sur une petite distance ; son bord postérieur régulier, sans épine ni saillie, à profil formant une ligne droite.

Plaque sous-anale à bord postérieur largement arrondi (en arc de cercle). De chaque côté un poil naissant à une certaine distance en avant du bord postérieur.

Valves anales dépassant le segment préanal, lisses, portant de chaque côté deux poils espacés, naissant à petite distance du bord anal et sur la même ligne longitudinale que celui de la plaque sous-anale. Bord anal rentrant, sans bourrelet longi-

tudinal externe. De chaque côté une dépression arquée en avant de l'angle latéral de la plaque sous-anale.

♂ *adulte*[1]. — Les *pattes* de la première paire (VIII, 3) sont courtes, très massives et forment une courbe à convexité externe en arc de cercle presque parfait, constitué aux dépens des articles 2e-5e.

On compte aux pattes 6 articles : Le *premier* est large, remontant en dehors en s'atténuant, et en contact sur la ligne médiane avec son symétrique.

Le 2e est très court mais très large, environ cinq fois plus large que long. Le 3e va encore en s'élargissant à son extrémité ; il a à peu près le double de la longueur du 2e. Le 4e ressemble aux deux précédents pour la forme ; il est intermédiaire entre eux pour la longueur. Le 5e, beaucoup plus long que les quatre premiers, se rétrécit un peu à son extrémité distale, aux $^2/_3$ de sa longueur et, à sa face antéro-interne il porte un assez fort tubercule arrondi de couleur jaunâtre, et plus loin à la face interne une petite pointe conique. Le 6e et dernier article a une forme différente de celle des précédents. Il est en cône à extrémité arrondie, dépourvu d'ongle et ne porte qu'une petite saillie non articulée et d'apparence peu solide. Des poils peu nombreux mais disposés d'une manière régulière et constante se trouvent sur les différents articles.

Toutes les pattes en avant des organes copulateurs ont les ongles pourvus d'une dent (VIII, 5, 6).

Au 34e segment le 3e et le 5e article des pattes n'ont qu'une soie lancéolée, le 4e en a deux. Les ongles sont sans dent. — Au 35e segment même distribution des soies lancéolées ; à l'une des pattes la soie du 3e article est sous la forme d'un gros poil renflé à sa base, mais pointu à l'extrémité. — Au 36e segment je ne trouve plus qu'une seule soie lancéolée à chacun des 3 articles (3e, 4e, 5e). Par-ci par-là, l'une de ces soies est incomplètement formée et représentée seulement par un poil plus ou moins renflé, à partir de la base, mais terminé en pointe aiguë. — Au 37e segment plus de trace de soies lancéolées. On n'en voit pas davantage au 38e et au 39e, qui est le dernier segment pédigère.

En arrière du segment copulateur (7e), les pattes (paires 7e et suivantes) ont des ongles simples, sans dent à la base (Comp. VIII, 7, 8)[2].

[1] Offrant au corps 43 segments.

[2] Les fig. VIII, 10-12 représentent les organes copulateurs (voir l'explication de la planche VIIIe). L'auteur n'a pas laissé de notes relatives à ces organes.

Jeunes individus.

Jeune ♂ à 39 segments, dont les 4 derniers apodes. Pas d'échancrure aux mandibules. Première paire de pattes : voir fig. VIII, 4 ; 2e paire comme dans le ♂ adulte, mais le pénis n'est pas encore développé, La 3e paire ressemble à la précédente ; la dent de l'ongle encore très prononcée ; elle l'est aussi aux 4e et 5e paires. Dans les 6e et 7e paires je trouve cette dent manquant d'un côté, de l'autre soudée sur toute sa longueur à l'ongle. Dans les pattes du milieu du corps les ongles sont plus grêles et manquent complètement de dent.

Jeune ♀ à 45 segments, dont les 4 postérieurs apodes. Les 1e-5e paires de pattes sont pourvues d'une dent à l'ongle. Aux 6e et 7e la dent existe encore, mais un peu moins développée et l'ongle tend à devenir plus long et plus grêle. A la 8e paire et aux suivantes elle manque complètement et l'ongle devient plus grêle.

Jeune ♂ à 40 segments, dont les 5 postérieurs apodes. — 1re paire comme chez la ♀. Les 2e-5e ne présentant rien de particulier. Dans les 6e et 7e la dent de l'ongle est aussi longue que dans les pattes antérieures, mais elle est moins distincte parce que sur la plus grande partie de sa longueur elle est soudée à l'ongle. Pas de traces de soies lancéolées. Les dents des ongles existent en avant du segment copulateur et manquent en arrière de celui-ci.

Chez les jeunes ♂ les organes copulateurs sont très peu développés et logés dans l'échancrure du segment. Ils ne font pas saillie en dessous. On y peut reconnaître des pièces antérieures et des postérieures. Bien qu'ayant une forme assez différente de la forme définitive, on peut déjà y reconnaître aussi certaines parties avec leurs caractères principaux :

1° En avant est une pièce transversale en carré long correspondant sans doute à la pièce arquée qui se trouve à la base de la paire antérieure chez l'adulte. En arrière et appuyée contre elle, vient une pièce allongée, un peu atténuée et bifide en arrière ; de sa base naît de chaque côté un appendice qui, bien que court et trapu, représente évidemment l'appendice cylindrique que l'on voit de chaque côté de la pièce antérieure chez l'adulte. Chose curieuse ! il porte déjà comme chez l'adulte 4 poils dont 3 sont groupés près de l'extrémité distale et dont le 4e se trouve à une petite distance de ceux-ci.

2° La seconde paire dont les parties médianes sont cachées par la première, mais qui la dépasse sur les côtés et en arrière, semble composée d'une pièce

basilaire suivie d'une paire de pattes; ces pattes en forme de triangle rectangle, légèrement écartées l'une de l'autre sur la ligne médiane, terminées en arrière par un angle tronqué mais un peu épineux et portant quelques poils.

9. Blaniulus venustus, Meinert.

Pl. VIII, Fig. IX, 1-16 et Pl. XIV, fig. 6*a*, 6*b*.

Syn. : ***Blaniulus venustus***, Meinert, Naturch. Tidsskr., 3, R. V., p. 20. — R. ***Latzel***, loc.. cit. p. 244.

♀ Nombre des segments .... 37. Nombre des segments postérieurs apodes ... 3.
Nombre des paires de pattes... 63.
Longueur du plus grand individu ... 11,75 mm. Largeur au milieu du corps .... 0,75 mm.
Rapport de la longueur à la largeur = 100 : 6,52.

Formes grêles. Corps de largeur et de hauteur presque égales dans toute sa longueur, devenant à peine plus grêle dans les premiers segments et dans les trois ou quatre derniers (voir Pl. XIV, fig. 6*a*).

Lobes du *chaperon* arrondis; l'échancrure médiane armée de trois dents assez égales, aucune ne dépassant sensiblement l'autre (pas de ponctuation en arrière de ces dents).

Cavité de l'antenne presque nulle.

Antennes assez longues et grosses (IX, 4). Articles : 2e le plus long; 3e, 4e et 5e sensiblement égaux en longueur, le 3e seulement de très peu plus long que les deux suivants; le 5e allant en s'élargissant fortement de la base à l'extrémité; le 6e plus long que large, presque exactement cylindrique. Le 7e court, moins long que large. Outre les poils ordinaires qui se trouvent sur les antennes, on remarque sur le pourtour de l'extrémité distale de chacun des 3 derniers articles une rangée de petites papilles allongées en forme de bâtonnets. Ces bâtonnets, qui sont sans aucun doute des organes tactiles, sont dirigés dans le sens de l'antenne. Ils sont au nombre d'environ 32 sur le 5e article et en même nombre sur le 6e. Ceux du 7e sont très courts, plus difficiles à voir et paraissent moins nombreux.

Ocelles ne semblant pas dépasser le nombre de 9 [1] de chaque côté (IX, 5-8);

[1] **Obs.** Al. Humbert a figuré la plaque oculaire gauche d'un individu ♀ (33 segments dont les 3 post. apodes; 7,5 mm. de longueur; 0,47-0,48 de largeur) offrant 27 ocelles sur 5 rangées. La rangée la plus postérieure a 7 ocelles formant une ligne faiblement arquée; la seconde 6. L'ocelle supérieur de la 1re rangée est rejeté entre la 1re rangée et la 2e. La 3e rangée a 6 ocelles, la 4e 5, la 5e 3 un peu plus gros. La plaque oculaire est limitée par une ligne nette dessinant un espace trapézoïdal (voir fig. IX, 9). — Il faut supposer que ce dessin s'applique à une tout autre espèce (peut-être au *Julus punctatus*, Leach. Cp. Pl. XIV, fig. 9) et qu'il aura été mal étiqueté. — (*Réd.*)

moins nombreux chez les jeunes que chez les adultes. Lorsqu'ils sont au nombre de 7 au moins, les ocelles sont rangés en une ligne commençant immédiatement devant le bord du premier segment et se dirigeant vers l'antenne. Les 4 ou 5 ocelles postérieurs forment une ligne presque droite; les deux ou trois antérieurs se relèvent un peu en haut. Lorsqu'ils deviennent plus nombreux (8 ou 9) c'est la partie antérieure de la série qui devient irrégulière ; on voit les nouveaux ocelles rajoutés au-dessus des plus antérieurs et il se montre une irrégularité dans cette région antérieure. C'est en avant que se trouvent en général les plus petits ocelles; en arrière ils sont d'une grosseur assez uniforme.

Premier segment (IX, 1) se présentant de profil sous la forme d'un triangle dont le côté supérieur et l'antérieur sont à peu près égaux et dont le postérieur est plus court. L'angle inférieur arrondi et un peu recourbé en dedans, atteignant en bas au même niveau que les suivant. Le bord postérieur droit, comme celui des segments suivants, s'arquant seulement en avant dans le bas. Le bord antérieur assez droit, ne se courbant que peu vers l'angle inférieur. La surface lisse. Une bordure commençant au-dessus du niveau des ocelles se prolonge le long du bord antérieur jusqu'à l'angle inférieur. Le sommet de cet angle est occupé par deux ou trois plis ou petites carènes partant de cette bordure et allant aboutir à angle droit contre le bord postérieur[1]. Tous les *autres segments* sont lisses. Sur leurs régions latérales-inférieures ils portent des plis horizontaux au nombre de 5 de chaque côté (IX, 14), très légèrement obliques de haut en bas et d'avant en arrière. Le plus supérieur de ces plis se trouve à une notable distance au-dessous du niveau du pore répugnatoire, au milieu de la hauteur du corps. Ce pli traverse le métazonite, le sillon circulaire et le tiers postérieur du prozonite. En avant, il se coude brusquement en formant un angle arrondi pour remonter verticalement et forme ainsi avec celui de l'autre côté une impression semi-annulaire un peu effacée. Les plis situés plus bas se comportent de même dans leur partie horizontale, mais la partie relevée verticalement y est plus courte et plus effacée. Dans les parties tout à fait inférieures les plis sont plus rapprochés les uns des autres que ne le sont ceux qui se trouvent plus haut. La partie relevée des plis de chaque segment se trouvant dans la portion emboîtée du prozonite est presque entièrement cachée sous le métazonite du segment précédent.

[1] La figure grossie de l'animal ne donne qu'un seul pli arrondi (*Réd.*).

Dans les *derniers segments*, principalement dans les segments apodes terminaux, les plis disparaissent à peu près complètement. Il n'y en a plus de traces sur le préanal.

Sillon circulaire assez profond et large, à bords non arrêtés, formant un étranglement annulaire régulier.

Pores répugnatoires extrêmement petits, ne paraissant sous la loupe que comme une fine piqûre d'aiguille, et percés directement dans la surface du segment, sans être entourés d'aucun bourrelet et sans fossette. Ces pores sont situés notablement au-dessus du milieu de la hauteur du corps et aux deux cinquièmes de la distance qui sépare le sillon annulaire du bord postérieur du métazonite.

Segment préanal (IX, 2) à profil assez régulièrement triangulaire ; son bord antérieur et son bord postérieur égaux ; son bord supérieur plus court, très légèrement bombé, continuant la ligne du dos. Le bord postérieur à profil droit, offrant de chaque côté le long de son bord une bordure qui, dans son extrémité supérieure, se détache et s'évanouit après s'être dirigée en haut, sur un petit parcours. L'extrémité postérieure du segment préanal largement arrondie.

Valves anales (IX, 3) régulièrement bombées, à bord sutural un peu rentrant, sans bordure ni bourrelet.

Plaque sous-anale à bords un peu sinués sur les côtés et se terminant en angle très obtus et largement arrondi.

Pattes : voir les fig. IX, 10-12[1].

Jeunes individus à 23 paires de pattes : voir Pl. XIV, fig. 6 *b*.

On voit 9 paires de taches rouges latérales du 6e au 14e segment. Après le 14e, on en trouve 5 autres bien distinctes qui ne portent ni pattes ni taches rouges. Puis vient une région égale à un peu plus de la longueur des segments 18e et 19e réunis, d'un diamètre un peu plus faible, et ne présentant pas de division circulaire. On peut toutefois reconnaître, en dessous de l'enveloppe de cette région, des traces de 3 (?) segments qui doivent apparaître au prochain changement de peau. Enfin, après cette région se trouve le segment préanal bien formé et suivi des valves anales et de la plaque sous-anale.

Antennes composées de 7 articles. Yeux disposés sur 4 rangées superposées ;

[1] Les notes de l'auteur concernant cette espèce sont restées incomplètes. Il n'est rien dit des pattes, des segments apodes, ni de la livrée (*Réd.*).

dans l'angle antéro-postérieur de la tête. La rangée la plus inférieure comprend 6 ocelles dont les 4 postérieurs se présentent sous l'apparence de taches de pigment d'un brun rougeâtre, et dont les deux antérieurs sont nettement circulaires et dépourvus de pigment. La rangée au-dessus de celle-ci est formée de 5 ocelles dont les 3 postérieurs se présentent sous forme de taches de pigment, et dont les deux antérieurs sont circulaires et sans pigment. La 3e rangée est composée de deux taches pigmentaires et d'un ocelle sans pigment en avant. En dessus de cette 3e rangée on voit encore une tache pigmentaire isolée représentant à elle seule la 4e rangée.

Jeune individu trouvé sous une écorce de peuplier (IX, 15).

1er segment	1 paire de pattes.	5e segment	0 paires de pattes.
2e »	0 »	6e »	0 »
3e »	1 »	7e Région de formation des segments [1].....	0
4e »	1 »	8e segment préanal	0 »

Il n'y a aucune trace de pattes au delà de la 3e paire. — Antennes composées de 6 articles. — Trachées sans fil spiral. — Pattes : Fig. IX, 16[2].

Genre JULUS, Brandt.

10. Julus Londinensis[3], Leach.

Pl. IX, Fig. X, 1-16.

♀ Longueur du plus grand individu...	38 mm.	Rapport des deux dimensions.........	100 : 8.
Largeur au milieu du corps..........	3 mm.	Nombre des segments................	49.

Nombre des paires de pattes, 89 (2 segments terminaux apodes).

Formes lourdes (X, 1), assez trapues; corps de largeur et de hauteur presque égales sur toute sa longueur. Élargissement de la tête et rétrécissement collaire très faibles.

[1] Divisée dans son milieu par un trait très peu distinct, mais indiquant sans doute sa séparation en deux segments.

[2] Rien n'est noté relativement aux yeux. La figure dessinée d'après nature n'en porte aucune trace. Il faut supposer qu'il n'en existait pas *(Réd.)*.

[3] *Julus Londinensis*, Leach. Transact. Linn, Soc. of London, t. XI, p. 378; Zool. Miscellan, III, p. 33, pl. 133; *Koch,* Deutschl. Myriapod., fasc. 22, pl. 4; *Gervais,* Ins. aptères, IV, p. 141.

Bord du *chaperon* ayant un profond sillon qui, au milieu, est fortement arqué en arrière. Le long du bord postérieur de ce sillon 4 points enfoncés bien marqués égaux et équidistants.

Cavité de l'antenne médiocrement étendue et peu profonde.

Antennes (X, 3) assez courtes, n'atteignant qu'au commencement du 3e segment. Le 2e article le plus long de tous ; les 3e, 4e et 5e sensiblement égaux en longueur ; l'extrémité du 5e étant la partie la plus renflée de l'antenne ; le 6e n'ayant guère plus du tiers de la longueur du 5e ; le 7e très petit. Une faible villosité blanche, abondante surtout sur les trois derniers articles, manque presque entièrement sur les deux premiers.

Plaque oculaire (X, 4) plus étendue de dedans en dehors que d'avant en arrière ; son bord antérieur presque droit, ne présentant qu'un petit nombre d'ocelles en saillie sur ce bord.

Ocelles peu saillants surtout en arrière et en dedans, où ils sont peu distincts des surfaces voisines. Les ocelles sont distribués comme suit :

Rangée postérieure (1re) ayant 11 à 12 ocelles. — Les deux rangées en avant de celle-ci (2e et 3e) en ayant environ le même nombre. — 4e rangée en ayant une dizaine. — 5e rangée en ayant ordinairement 8. — 6e rangée en ayant ordinairement 3, qui sont dans la cavité antennaire.

Ces deux derniers chiffres sont assez constants ; ceux des 4 premières rangées sont un peu plus variables.

Premier segment assez étendu d'avant en arrière ; ses deux bords (antérieur et postérieur) arrondis sur les côtés, formant à leur point de rencontre, qui correspond à la moitié de la longueur du segment, un angle arrondi, peu sensible. Sur ses côtés, ce segment porte une impression arquée, à convexité postérieure, partant à peu près du niveau de la fente buccale, allant d'avant en arrière et de bas en haut, à peu près parallèlement au bord postérieur. Un fort sillon commençant au niveau

Il subsiste des doutes sur l'identification de cette espèce. Il est même assez probable qu'elle rentre plutôt dans le *J. boleti*, * *C. Koch*, que dans le *J. Londinensis, L.* — En effet la description qu'en donne Al. Humbert répond également bien aux deux espèces. Ensuite les individus sont d'une taille inférieure à celle du *J. Londinensis.* Celui-ci mesure suivant Gervais 45 mm. de longueur suivant Leach environ 57 mm ; suivant Koch 38-45 (?) mm. Or le plus grand individu observé par Humbert ne mesurait que 38 mm. et cet individu était même probablement un peu distendu, attendu qu'il avait péri dans l'eau (*Réd.*).

* *J, boleti, C. Koch.* Syst. des Myriap, p. 109 (1847). — R. Latzel, l. c., II, 236.

du tiers inférieur de la plaque oculaire longe le bord antérieur et s'étend jusqu'au bord postérieur. Au-dessus de l'extrémité de ce sillon commencent des stries longitudinales. Les plus inférieures sont les plus marquées ; au-dessus de la moitié de la hauteur du corps elles deviennent moins distinctes, et sont presque complètement effacées dans la région dorsale. Il n'y a que les trois ou quatre plus inférieures qui atteignent le bord postérieur du segment.

Les *métazonites* de tous les segments suivants (sauf le préanal) sont ornés de stries semblables. Elles deviennent de plus en plus nettes depuis le 2[e] jusqu'au 7[e] ou 8[e] environ, à partir desquels elles ont acquis l'aspect qu'elles doivent conserver jusqu'à l'extrémité du corps; dans l'antépénultième, et surtout le pénultième, elles sont un peu plus irrégulières, quoique encore assez marquées. Dans tous les segments intermédiaires elles sont régulièrement disposées sur tout le métazonite. Elles commencent au bord antérieur du métazonite, et n'atteignent pas tout à fait le bord postérieur; à leur extrémité antérieure elles sont plus fortement marquées, et s'atténuent un peu à leur extrémité postérieure. Entre ces longues stries on en trouve ici et là une plus courte, partant aussi du bord antérieur, mais n'ayant que les deux tiers, la moitié, ou même seulement le quart des stries normales. Les espaces entre les stries sont larges relativement à celles-ci, lisses, ou du moins marqués de ponctuations si peu longitudinales et tellement faibles qu'elles n'enlèvent pas l'aspect brillant de ces parties.

Le *prozonite* est au contraire mat, ce qui résulte de nombreuses ponctuations allongées. Ce n'est que dans la partie tout à fait inférieure du corps que l'on trouve sur le prozonite quelques faibles tries.

Les *pores répugnatoires* (X, 13, 14) sont situés sur le prozonite, mais tout à fait appliqués contre le sillon circulaire. Aux derniers segments ce sillon forme un angle à sommet postérieur dans lequel est le pore. Les stries du métazonite ne sont pas sensiblement modifiées dans le voisinage du pore.

Segment préanal (X, 2) lisse, glabre, terminé en angle très obtus, ne dépassant pas les valves anales.

Valves anales n'ayant que quelques plis indistincts à la partie inférieure, et une courte dépression parallèle au bord du segment préanal. Pas de bourrelet sutural. Quelques poils espacés le long de leur bord postérieur.

Plaque sous-anale en triangle très obtus.

Pattes médiocres, ayant précisément la moitié de la largeur du corps, de sorte

que les deux pattes d'une même paire, lorsqu'elles sont étendues transversalement, sont presque égales à la largeur du segment qui les porte.

Chez tous les plus grands individus je trouve deux segments postérieurs apodes ; chez des individus moins adultes on en trouve 3 et 4.

♂. Plus grêle que la femelle (du moins chez les individus de taille moyenne et de petite taille). Largeur : longueur = 1 : 13. Les pattes relativement plus longues.

Coloration. Tête d'un brun violacé passant au jaune vers le chaperon ; les plaques oculaires noires, ainsi que la bande transversale qui va transversalement de l'une à l'autre ; deux taches symétriques de la couleur générale de la tête au bord antérieur de cette bande. Antennes d'un brun violacé foncé, avec l'extrémité de chaque article noirâtre. — Premier segment de la couleur de la tête, avec une bordure de couleur claire en dedans de laquelle on voit dans la région dorsale une tache noirâtre antérieure et une autre postérieure. — Segments suivants annelés de noir et de brun ; les prozonites noir-de-poix ; les métazonites brun foncé, mais ayant, suivant la manière dont tombe la lumière, un brillant éclat doré. — Segment préanal d'un brun foncé avec une fine bordure postérieure jaunâtre. — Valves anales d'un brun clair avec le bord postérieur et une petite tache antérieure le long du segment préanal pâle.

Pattes à premier article pâle, les suivants d'un rougeâtre violacé clair.

Les *jeunes* ont des teintes beaucoup plus claires ; les pattes sont en particulier beaucoup plus pâles que chez les adultes.

Observations : 1. *Jeune individu* ♀. — Longueur 10 mm. Largeur 1,4 mm. 35 segments ; 55 paires de pattes ; les 5 derniers segments apodes.

Corps pâle, blanchâtre en dessous. — 21 segments laissent voir des glandes répugnatoires d'un noir rougeâtre ; les 4 suivants ont ces mêmes glandes plus petites et d'une couleur orangée claire. Les derniers segments ne montrent pas de traces de ces glandes. Une ligne dorsale, une bande transversale entre les yeux, le bord antérieur du premier segment et le bord postérieur des suivants d'un brunâtre clair. Les segments postérieurs apodes ayant les stries moins marquées et étant d'une couleur violacé grisâtre pâle, sans bandes ni taches. Le segment préanal d'un brun clair.

2. Le *J. Londinensis* a des habitudes nocturnes. Bien qu'enfermés dans une soupière à couvercle, des individus de cette espèce se cachent dans la terre et sous les

feuilles mortes pendant la journée. Dans la soirée, au contraire, je les trouve en grand mouvement à la surface du sol ou des objets qui le recouvrent, lorsque je soulève le couvercle.

3. Dans une campagne près *Cologny*, on a vu un jour le *Julus Londinensis* apparaître en quantités innombrables sous des platanes. On aurait pu en récolter par milliers ! Le lendemain leur nombre avait beaucoup diminué.

11. Julus rutilans, C. Koch [1].

Pl. VIII, Fig. XI, 1-5.

Syn. : *Julus rutilans, C. Koch*, System der Myriapoden, p. 111 (1847).

♀. Longueur du plus grand individu ..	37 mm.	Nombre des segments [2]	?
Largeur au milieu du corps	3,5 mm.	Nombre des paires de pattes	?
Rapport des deux dimensions	100 : 9,5.	Nombre des segments terminaux apodes......	?

Formes assez trapues. Corps peu atténué dans sa largeur en avant ; moins haut en avant (surtout dans les segments 3ᵉ à 6ᵉ ou 7ᵉ) que dans le reste du corps ; conservant une grosseur assez uniforme jusque vers l'extrémité postérieure qui s'atténue assez brusquement (XI, 1).

Bord du *chaperon* marqué d'un fort sillon, en arrière duquel se trouvent sur le milieu 7 ou 8 points enfoncés disposés en arc de cercle. Cavité de l'antenne médiocre.

Antennes (XI, 4) assez courtes, atteignant à peine au milieu du 3ᵉ segment. Le 2ᵉ article le plus long de tous. Le 3ᵉ moins long. Les 4ᵉ et 5ᵉ à peu près égaux en longueur et un peu moins longs que le 3ᵉ. Le 5ᵉ plus élargi que les précédents à son extrémité distale. Le 6ᵉ guère plus long que large. Le 7ᵉ extrêmement court, faisant à peine saillie au delà du 6ᵉ. Poils peu nombreux sur les premiers articles, plus serrés sur le 5ᵉ et surtout sur le 6ᵉ et le 7ᵉ.

1 Cette espèce ne paraît pas avoir été signalée en Autriche-Hongrie, car Latzel ne la mentionne que comme *n'étant pas synonyme* de son *J. mediterraneus*. D'après cela elle ne serait pas non plus identique au *J. rutilans*, Cantoni (Atti d. Soc. ital. di Sci. Nat., t. XXIII, 1880, p. 336). — Voir aussi R. Latzel, l. c. II, p. 337. — *(Réd.)*

2 Ces données sont restées en blanc dans le manuscrit de l'auteur. L'individu ♀ représenté XI, 1, offre sur la figure 42 segments (sans compter le préanal), dont 2 apodes, et 77 paires de pattes. Il est probable que c'est cet individu même qui a servi à l'auteur pour sa description.

Plaque oculaire bien nette, bombée, à ocelles distincts et assez saillants; ses bords arqués; ses angles antérieur et postérieur arrondis; son angle interne mieux marqué; son angle antérieur faisant partie de la fossette antennaire. — Les ocelles sont disposés comme suit :

1re rangée (postériure)	10	4e rangée	8
2e rangée	9	5e rangée	7
3e rangée	9	6e rangée	5
7e rangée	3		

Les ocelles du bord externe sont les plus gros ; ceux du bord antéro-interne sont les plus petits. Le plus externe des trois ocelles de la rangée antérieure forme l'angle antérieur de la plaque oculaire.

Premier segment (XI, 2) offrant deux bords, un postérieur droit et un antérieur régulièrement arqué dans toute son étendue, de sorte que si l'on étalait horizontalement ce segment il aurait la forme d'un segment de cercle. L'angle formé de chaque côté par la rencontre de ces deux bords est simplement émoussé plutôt qu'arrondi. Le bord antérieur présente une bordure, suivie en arrière d'un sillon qui va du niveau de la plaque oculaire à l'angle formé par la rencontre avec le bord postérieur. Des stries inégales, la plupart courtes et atteignant le bord postérieur auquel elles sont perpendiculaires, se voient sur les côtés du segment. Ces stries qui sont les homologues de celles que l'on voit sur les métazonites des segments suivants sont obsolètes dans la région dorsale du segment.

Second segment évasé en avant, en forme de lèvre à sa partie inférieure (XI, 2).

Prozonites (XI, 2 et 3) marqués de stries très fines et très nombreuses[1], anastomosées. Au second segment ces stries sont moins nombreuses que dans les suivants et les principales sont dirigées de haut en bas.

Métazonites ornés sur tout leur pourtour de fines stries parallèles horizontales, serrées. Ces stries ne vont pas toutes du sillon circulaire au bord postérieur du segment; un certain nombre n'atteignent que l'un ou l'autre de ces bords; quelques-unes se bifurquent et cela surtout dans la région dorsale. — Les segments 2e, 3e et même 4e présentent sous le rapport de la striation de leur métazonite un passage entre le premier segment et ceux du milieu du corps. L'avant-dernier segment est encore assez nettement strié.

[1] Dans la figure d'ensemble (XI, 1) on a oublié les stries des prozonites. *(Réd.)*

On remarque une impression longitudinale au bord postérieur du premier segment et sur la partie dorsale des trois suivants.

Dans les premiers segments porifères le sillon circulaire est assez droit et ne s'infléchit presque pas au niveau du pore répugnatoire. Dans les suivants il s'arque en avant du pore.

Le *pore* est situé à moitié hauteur du segment, un peu en arrière du sillon, dont il est séparé par un espace lisse. Les trois ou quatre stries qui sont en arrière du pore sont un peu déviées dans le voisinage de celui-ci.

Le *segment préanal* est seulement un peu *cuireux*, c'est-à-dire marqué de petites lignes enfoncées irrégulières. L'*épine préanale* (XI, 3) est en angle aigu, terminée même par une petite pointe ; elle est courte, bien que dépassant les valves anales de la moitié de sa longueur.

Les *valves anales* (XI, 3) sont régulièrement bombées, lisses, portant seulement en arrière quelques fines ponctuations d'où naissent de petites villosités. Leur bourrelet sutural est garni d'une villosité courte, mais très serrée,

Plaque sous-anale assez régulièrement triangulaire, à angle postérieur obtus.

Pattes plutôt courtes, étant à la longueur du segment = 7 : 13. Des poils à tous les articles, surtout le long de leur face inférieure. (Comp. XI, 5)

12. Julus albipes, C. Koch.

Pl. IX, Fig. XII, 1-11, et Pl. XIV, Fig. 7.

Syn. : *Julus albipes, Koch,* Deutschlands Crust. u. Myriap., etc. Heft 22, Taf. 10.
Jullus fallax, Meinert, Naturh. Tidsskr., 3. R. V., p. 15 (1868). — R. Latzel, l. c. p. 136.

♀ Nombre des segments	50.	Longueur totale	39 mm.
Nombre des segments postérieurs apodes	2.	Largeur au milieu du corps	2,8 mm.
Nombre des paires de pattes	91.	Rapport de ces deux dimensions	100 : 7.

(Echantillon figuré : voir aussi plus bas le tableau final. Obs. 4e.)

Allongé (grêle), un peu atténué dans la région antérieure (XII, 1).

Tête lisse, sans sillon frontal. Quatre ponctuations peu profondes, équidistantes disposées parallèlement au bord du chaperon.

Antennes (XII, 6) assez longues, atteignant au moins jusqu'au milieu du 5e segment. Les premiers articles de grosseur assez égale ; le renflement de l'antenne produit par l'extrémité du 5e et par le 6e. Articles 2e, 3e, 4e et 5e à peu près égaux

en longueur ; le 4e seul légèrement plus court ; Le 6e ayant la moitié de la longueur du 5e ; le 7e très petit.

Plaque oculaire (XII, 7) triangulaire, assez grande, descendant en avant dans la cavité qui est au-dessous de la base de l'antenne ; son angle interne le plus prononcé et aigu ; les deux autres fortement arrondis. Ocelles saillants, formant 7 rangées parallèles qui vont en diminuant de longueur du bord postérieur (c'est-à-dire le plus voisin du premier segment), à l'angle antérieur. La rangée postérieure comprenant 9 ocelles, la 2e 8 ; la 3e 7 ; la 4e 6 ; la 5e 5 ; la 6e 4 et la 7e 3, c'est-à-dire en tout 42 ocelles.

Premier segment (XII, 1, 2) ayant son bord antérieur régulièrement arrondi et son bord postérieur droit. Dans sa partie inférieure, à l'endroit qui correspond à la base des mandibules, la lame de ce segment présente un pli saillant ; ce pli ne se prolonge pas jusqu'à l'angle que le bord antérieur forme par sa rencontre avec le bord postérieur. Un léger sillon suit le bord antérieur depuis le niveau de la plaque oculaire jusqu'au point de rencontre avec le bord postérieur ; entre le pli et le bord postérieur les bords de ce sillon se présentent sous la forme de deux lignes saillantes parallèles dont l'inférieure forme le bord même du segment.

Les *segments* (moyens) du corps ont leur métazonite plus renflé que le prozonite, marqué de fortes et profondes stries longitudinales qui, dans la région supérieure et latérale du segment ne sont séparées les unes des autres que par d'étroits intervalles en forme de carènes tranchantes (XII, 3). Au-dessous du niveau des pores répugnatoires ces stries deviennent de moins en moins profondes et sont séparées par des intervalles de plus en plus larges et planes. Les segments qui suivent immédiatement le premier (jusqu'au 5e ou 6e) ont des stries moins nombreuses et moins fortes que ceux du milieu du corps : le 2e est lisse jusqu'au-dessous du milieu de sa hauteur.

Le *pore répugnatoire* est situé un peu en dessus du milieu de la hauteur du segment, assez en arrière du bord antérieur du prozonite (XII, 3). Il est précédé d'un épatement lisse. Tantôt il occupe le fond de l'extrémité antérieure d'un sillon longitudinal, tantôt, au contraire, il est percé sur le commencement élargi d'une des carènes qui séparent ces sillons.

Le *sillon circulaire* est assez marqué. Il passe un peu en avant de l'extrémité antérieure des stries du métazonite.

Le *prozonite* est marqué d'un petit nombre de faibles stries plus ou moins con-

fluentes, qui sont verticales dans la moitié supérieure du segment, mais qui, dans la moitié inférieure se recourbent en partie en arrière et viennent se continuer plus ou moins exactement avec les stries longitudinales de cette région du métazonite.

Le *segment préanal* (XII, 5) est lisse ; il se termine par une pointe assez droite dépassant notablement les valves anales.

Les segments portent sur leur bord postérieur, dans leur région dorsale, quatre poils (2 de chaque côté) à peu près également distants les uns des autres, très fins et se remarquant à peine. Ce n'est que dans les derniers segments que ces poils deviennent un peu plus forts et plus nombreux. A l'avant-dernier segment on en compte facilement au moins quatre de chaque côté dans la moitié supérieure, et quatre dans la moitié inférieure. Il en est de même sur le bord postérieur du préanal dont l'épine terminale en porte quelques-uns assez forts.

Les *valves anales* sont faiblement bombées, régulièrement arquées; leur bourrelet sutural est mince; leur surface est lisse, marquée seulement de petites granulations sur lesquelles naissent des poils assez serrés en arrière où ils forment une villosité touffue.

Plaque sous-anale de forme angulaire, portant une faible carène longitudinale et ornée d'une villosité plus marquée vers le bord postérieur.

Pattes (Cp. XII, 4) assez longues ; les deux premières seules un peu plus courtes; la 3e ayant la même longueur que les suivantes. La longueur de celles du milieu du corps = $^4/_5$ du diamètre transversal du segment. Elles portent des poils qui sont espacés sur les premiers articles (et situés surtout à la face inférieure de l'article), mais qui sont nombreux sur le dernier et se trouvent sur toute sa surface.

Coloration (voir Pl. XIV, fig. 7). Tête d'un brun violacé, passant au jaunâtre vers le chaperon. La plaque oculaire et une bande interoculaire noires. Antennes de la couleur de la tête, mais plus foncées, surtout vers l'extrémité.

Segments d'un noir profond, passant au brunâtre dans le voisinage des pattes. Les parties centrales du 1er segment de la couleur de la tête. Sur chacune des parties latérales inférieures des segments suivants une tache arrondie d'un brun grisâtre. En dessus de ces taches, le prozonite porte un certain nombre de très petites taches arrondies, de même couleur; ces taches se voient surtout dans les régions antérieure et moyenne du corps, et sont difficiles à apercevoir quand l'animal est contracté. — Valves anales d'un brun foncé. — Pattes pâles (c'est-à-dire incolores, blanches), avec le dernier article rougeâtre.

♂. 48 paires de pattes, 2 segments postérieurs apodes. Les pelottes des pattes bien développées aux pénultième et antépénultième articles, et cela dès le 2e segment. Au 46e (dernier pédigère) elles manquent complètement; au 45e on en devine des traces à l'extrémité de l'avant-dernier article. En avant elles sont de plus en plus développées. Au 36e segment celles du pénultième article occupent la moitié distale de la longueur de cet article ; celles de l'antépénultième, le quart terminal de l'article.

Au milieu du corps (23e segment) la pelote de l'antépénultième article n'occupe que le tiers terminal de la longueur de cet article. Celle du pénultième cache environ les $^2/_3$ de la longueur de l'article et se prolonge au delà de son extrémité distale. A la 10e paire de pattes la pelote de l'antépénultième article n'occupe que les $^2/_5$ postérieurs de l'article, celle du pénultième que les $^4/_5$ postérieurs de l'article.

Caractères sexuels du ♂. Un mâle de 45 segments, dont les 2 derniers apodes a 79 paires de pattes; il est long de 29 mm., large de 2,15 mm., pas complètement adulte :

La première paire de pattes (XII, 9) bien que très différente pour les formes et les dimensions de celles des femelles et des jeunes mâles, est très petite, mais n'a pas encore la structure qu'elle présentera chez l'adulte. La « pièce basilaire » bien développée porte une série de 4 articles (XII, 10, 11), assez égaux en longueur et ne décroissant que fort peu en diamètre du 1er au 4e. Les trois premiers sont assez régulièrement cylindriques; le 4e est en bouton, tout à fait arrondi à son extrémité et dépourvu de toute trace d'ongle ou de soie; ces articles rappellent assez les articles terminaux d'une antenne de *Géophile*.

On voit (de chaque côté) un poil à la base interne de la « pièce basilaire. » Au milieu du bord interne du premier article de la patte il naît un fort poil droit dirigé obliquement en dedans et se croisant avec son symétrique ; à l'extrémité interne de cet article naissent deux ou trois poils. L'article suivant en porte 2 ou 3 semblables à son extrémité interne. Le troisième article en porte un dans la même position.

Les « pièces basilaires » sont en contact, mais les pattes sont portées d'une manière un peu divergentes.

Jeunes ♀ *et* ♂. Les jeunes ayant de 36 à 38 segments ont toujours 6 ou 7 segments postérieurs apodes. La longueur est de 12,5 à 14 mm. ; la largeur est pour tous exactement ou presque exactement $^1/_{10}$ de la longueur. Une jeune ♀ n'ayant

que 32 segments (dont les 8 derniers apodes) mesure 10 mm. de longueur et 1 mm. de largeur. Ces jeunes ont une couleur très différente de celle des adultes. Ils sont d'un brun roux, plus clair chez certains individus, plus foncé chez d'autres, où elle passe au brun de sépia. Chez les individus qui ont des teintes peu foncées, on voit une ligne médiane dorsale qui s'étend depuis le second segment jusqu'à l'épine du préanal, et les glandes répugnatoires forment de chaque côté une série de taches noirâtres. Ces dessins ne se distinguent plus chez les individus qui ont des teintes plus foncées.

Le premier segment est un peu plus clair que les suivants et les parties inférieures sont plus claires que les supérieures.

Les pattes sont pâles avec leur dernier article coloré comme chez l'adulte, ce qui fournit le meilleur caractère de coloration pour reconnaître les jeunes de cette espèce.

A cet âge je ne trouve pas de différences appréciables entre les ♂ et les ♀, sauf l'absence de pattes au 7e segment chez les ♂.

Observations : Le *J. albipes* est une espèce très agile, marchant très rapidement au moyen de ses longues pattes, se tortillant vivement entre les doigts en lâchant par ses pores répugnatoires un liquide assez abondant, d'un jaune vif.

2. Un ♂ offre 46 segments et 81 paires de pattes ; ses organes copulateurs sont formés.

Un autre ♂ offre 45 segments et 79 paires de pattes ; ses organes copulateurs sont moins développés ; il est plus petit que le précédent.

Ces ♂ ont des pelotes à l'antépénultième et au pénultième article des pattes. Dans la région postérieure du corps ces pelotes disparaissent graduellement en commençant par l'antépénultième article ; dans les pattes tout à fait postérieures elles manquent complètement.

3. Waga a montré (*Revue zool.* 1844, p. 337) que les *Julus albipes* et *fasciatus*, Koch sont le ♂ et la ♀ de la même espèce qu'il avait déjà décrite comme *J. dispar ;* mais comme les noms de Koch sont plus anciens, le nom *J. albipes* doit être conservé.

4. Mesures de quelques individus des plus grands :

Sexe.	Segments.	Segm. post. apodes.	Paires de pattes.	Longueur.	Largeur.
♀	53.	2.	97.	46 mm.	3,15 mm.
♀	50.	2.	91.	38 »	2,80 »
♀	50.	2.	91.	40 »	3,05 »
♀	49.	2.	89.	39 »	2,84 »
♂ ad.	54.	2.	97.	42 »	2,28 »
♂ ad.	51.	2.	91.	36 »	2,25 »
♂ ad.	49	2.	87.	31,5 »	2.— »
♂ ad.	48.	2.	85.	37 »	2,35 »

13. Julus punctatus[1], Leach.

Pl. X, Fig. XIII, 1-9, et Pl. XIV, Fig. 9, 9 *a*.

Syn. : *Julus punctatus, Leach,* Trans. Linn. Soc., XI, 1814, p. 379; et Zoological Miscellany, III, p. 34 (1817).

♀ Nombre des segments................ 58. Nombre des paires de pattes............ 107.
Nombre des segments postérieurs apodes ... 2.
Longueur .... 31,5 mm. Largeur.......................... 2,25 mm.
Rapport de la longueur à la largeur = 100 : 7.

(Les mesures sont prises sur le plus grand individu ♀. Voir à la fin de la description).

Formes assez grêles; corps un peu moins gros dans les premiers segments que dans le milieu du corps (Voir Pl. XIV, fig. 9).

Bord du *chaperon* marqué d'un sillon très net, régulièrement arqué. Derrière ce sillon 4 points enfoncés bien distincts et équidistants. Le reste de la tête lisse.

Antennes (XIII, 9) faibles, très peu renflées à leurs derniers articles, courtes, n'atteignant guère au delà du bord postérieur du premier segment. Le deuxième article le plus long de tous; les 3e et 4e égaux entre eux; le 5e un peu plus long que le 4e et plus gros, surtout à son extrémité distale; le 6e ayant environ la moitié de la longueur du 5e; le 7e le plus petit, mais faisant cependant notablement saillie au delà du 6e. Antennes pubescentes, sauf sur le premier article et la base du second; quelques poils plus longs à l'extrémité distale des articles.

[1] Latzel ne mentionne pas cette espèce autrement qu'en synonyme et avec point de doute; il le dit différent de son *J. nanus* — (*Réd.*).

Ocelles non distincts à l'extérieur et ne formant point de saillie à la surface des plaques oculaires qui se présentent sous la forme de deux taches noires aussi lisses que le reste de la tête et réunies l'une avec l'autre par la bande transversale brune qui s'étend au travers du front.

Premier segment (XIII, 1) lisse, peu étendu d'avant en arrière, terminé sur les côtés par un angle arrondi situé en arrière du milieu de la longueur du segment et se repliant un peu en dessous. Le bord antérieur présentant une échancrure en arc à partir du niveau de l'angle postéro-inférieur de la plaque oculaire jusqu'à l'angle formé par sa rencontre avec le bord postérieur. Un sillon courant parallèlement le long de cette partie du bord antérieur va jusqu'en arrière de l'angle inférieur du segment. Un peu au-dessus de cet angle on trouve aussi un sillon longitudinal faible et très court. Le bord postérieur assez droit ne s'arque que faiblement près de l'angle inférieur pour venir rencontrer le bord postérieur.

Tous les *segments suivants* à prozonite entièrement lisse et brillant (XIII, 4), occupant une portion relativement grande du segment. Métazonites lisses, marqués de stries horizontales largement séparées les unes des autres; celles des régions supérieures des premiers segments n'occupant qu'une partie de la longueur du métazonite, tandis que plus loin elles vont du sillon circulaire au bord postérieur. Le long du bord postérieur et l'atteignant se trouvent de très courtes stries longitudinales ne se montrant sous une loupe de moyenne force que sous l'aspect de ponctuations; elles sont distribuées à intervalles assez égaux; on en compte 2 ou 3 entre chacune des grandes stries.

Le sillon circulaire bien net, quoique mince et peu profond, droit, ne présentant ni coudes ni sinuosités.

Pores répugnatoires (XIII, 4 et 5) régulièrement orbiculaires, situés immédiatement en arrière du sillon circulaire ou même en contact avec ce sillon qui passe devant eux sans se dévier ou en décrivant une très faible sinuosité. Pores manquant aux deux derniers segments.

Pénultième segment ayant ses stries effacées dans leur partie antérieure (XIII, 2).

Segment préanal lisse, terminé par une épine assez longue, conique, pointue, spiniforme; bords postéro-inférieurs régulièrement arqués. Bourrelet marginal non distinct du reste de la valve.

Plaque sous-anale formant un angle légèrement obtus, presque droit.

Quelques poils sur le bord postérieur des derniers segments ainsi que sur le bord

sutural des valves anales; quelques-uns aussi plus rares à la surface du segment préanal et des valves anales.

Pattes courtes (XIII, 3), faibles, égalant la moitié de la largeur du corps. On ne distingue, même sous une forte loupe, qu'un seul poil à la partie inférieure de l'extrémité de chaque article (comp. aussi XIII, 6-8).

Coloration (voir Pl. XIV, fig. 9 et 9 *a*). Tête et parties supérieures du corps, en dessus des glandes répugnatoires, d'un jaune brunâtre clair. Antennes entièrement pâles ou faiblement annelées de brunâtre clair. Plaques oculaires noires, réunies par une bande brune. Premier segment bordé en avant et en arrière de brun clair; la bordure plus étendue en dessus que sur les côtés. Les cinq premiers segments ayant une bande transversale brunâtre, étroite sur les côtés. Dans tous les segments qui portent des glandes répugnatoires la partie supérieure qui s'étend d'une des glandes à sa correspondante de l'autre côté est d'un brun clair; mais ce demi-anneau brunâtre est parsemé de points très rapprochés ayant la couleur foncière, de sorte que ces demi-anneaux transversaux tranchent peu sur la couleur générale du fond et ne se voient un peu nettement que dans la partie du prozonite qui n'est pas recouverte par le métazonite précédent.

Segment préanal d'un brunâtre clair, devenant plus clair en dessous; son épine pâle. Valves anales et plaque sous-anale de la même couleur que la partie inférieure du segment préanal. Les parties inférieures, au-dessous des glandes répugnatoires, d'un blanc jaunâtre; devenant tout à fait pâles près de l'insertion des pattes. Pattes du même blanc jaunâtre pâle. Glandes répugnatoires assez grandes, en forme de larmes bataviques ou de cornes à col court et tourné obliquement en haut, tranchant nettement par leur couleur rouge foncé sur les teintes claires du corps.

♂. Le mâle semble atteindre une longueur un peu moins grande que la femelle; il est plus grêle que celle-ci, la proportion de sa longueur à sa largeur étant = 15 : 1.

La coloration est plus intense que chez les femelles dans les parties foncées des segments, qui, au lieu d'être d'un brun très clair, sont d'un brun-chocolat. Chez certains individus les parties foncées de la tête et des segments passent même au brun-noir, de sorte que la face dorsale offre une teinte très sombre. En dessous des glandes répugnatoires les prozonites sont faiblement teintés de grisâtre. Le reste des parties inférieures et les pattes conservent la même couleur que chez la femelle.

Le segment préanal ♂, celui qui le précède et les valves anales, restent d'une couleur rougeâtre sale très claire relativement à la partie supérieure des segments.

Chez les individus foncés les antennes sont toujours distinctement annelées de violacé à l'extrémité de chaque article.

Les *jeunes* sont de couleur très pâle, presque entièrement d'un blanc jaunâtre avec les yeux noirâtres et les glandes répugnatoires d'un rouge orangé clair.

Obs. Nous n'avons trouvé dans les notes de l'auteur aucune description des organes copulateurs du *J. punctatus*. (*Réd.*).

Nous ajoutons ici les mesures des plus grands individus observés par Humbert.

Sexe.	Segments.	Segm. post. apodes.	Paires de pattes.	Longueur.	Largeur.
♀	58.	2.	107.	31,5 mm.	2,25 mm.
♀	58.	2.	107.	30. »	2,20 »
♀	57.	2.	105.	26,5 »	1,95 »
♀	57.	2.	105.	29. »	2,1 »
♀	57.	3.	103.	23. »	1,7 »
♂ ad.	56.	2.	101.	24,5 »	1,53 »
♂ ad.	56.	2.	101.	22,5 »	1,5 »
♂ ad.	54.	2.	97.	20,5 »	1,39 »
♂ ad.	53.	2.	95.	19,5 »	1,3 »

Parmi ces échantillons, le premier a une coloration différente des autres. L'auteur les décrit comme suit :

Cette femelle a seulement les parties inférieures, au-dessous des glandes répugnatoires, d'un jaune pâle. Les glandes forment des taches noirâtres. En dessous d'elles règne une teinte générale brune assez foncée formée de demi-cercles allant d'une glande à celle de l'autre côté ; ces demi-cercles alternent avec d'autres beaucoup plus minces, de couleur plus claire. Les quatre premiers segments sont en dessus comme en dessous, d'une teinte claire, marqués le long de leur bord antérieur d'un filet brun qui va en s'élargissant dans la région dorsale. Le segment préanal est unicolore, de couleur moins foncée que le dessus des autres segments et plus rougeâtre. Les valves anales sont pâles. Les yeux sont noirs ; la bande interoculaire brune. Le chaperon et l'extrémité des parties buccales sont d'une couleur ambrée rougeâtre.

Obs. Voyez la note de la page 47.

14. Julus scandinavius (Linné), Latzel (*terrestris* autorum).

Pl. X, Fig. XIV, 1-11, et Pl. XIV, Fig. 10.

Syn. : *Julus terrestris* [1], *Linné*, Al. Humbert, in manuscripto.
Julus scandinavius, R. Latzel, loc. cit., p. 322.

♀ Nombre des segments................ 55. Nombre des segments postérieurs apodes... 2.
Nombre des paires de pattes... 101.
Largeur au milieu du corps.......... 2,5 mm. Rapport de la longueur à la largeur. 100 : 7,4.
Longueur totale ... 34 mm. (échantillon conservé dans l'alcool).
(Mesures de l'animal figuré).

Formes pas très grêles. Corps très faiblement atténué en avant (XIV, 1).

Tête lisse; sillon frontal obsolète; deux impressions allongées situées symétriquement entre les plaques oculaires. Une entaille en arc de cercle en arrière du bord denté du chaperon; immédiatement derrière ce sillon quatre points enfoncés, peu éloignés les uns des autres. Fossette antennaire très peu marquée, sensible seulement en dessous et en arrière de l'insertion de l'antenne.

Antennes (XIV, 5) assez longues, atteignant jusqu'au bord postérieur du 4e segment. Les premiers articles de grosseur assez égale; renflement terminal médiocre, produit par l'extrémité du 5e article et le 6e. Articles 2e et 5e les plus longs; 3e et 4e, surtout le 4e, sensiblement plus courts; 6e n'ayant guère plus du tiers de la longueur du 5e; 7e moins large et n'ayant que les deux cinquièmes de la longueur du 6e.

Plaques oculaires ayant leurs angles peu marqués; l'antérieur descendant dans la fossette antennaire. L'arrangement des ocelles est le suivant :

1re rangée (postérieure) :	plaque de droite,	9 ocelles;	plaque de gauche,	10.
2^e	»	»	9	»	9.
3^e	»	»	8	»	8.
4^e	»	»	7	»	7.
5^e	»	»	6	»	6.
6^e	»	»	5	»	5.
7^e	»	»	4	»	4.

1 L'espèce Linéenne ayant donné lieu à une grande confusion synonymique, R. Latzel a proposé

Les 4 ocelles de la 7e rangée sont un peu irrégulièrement disposés et en avant d'eux, il y en a encore un ou deux très petits et peu distincts formant l'angle antérieur.

Premier segment (XIV, 2) court, ayant ses bords antérieur et postérieur arqués sur les côtés (l'antérieur plus que le postérieur), formant à leur point de rencontre un angle très arrondi. Surface de ce segment lisse. Un sillon commençant à peu près au niveau de la partie inférieure de la plaque oculaire suit le bord antérieur du segment, et traversant horizontalement un peu au-dessus de l'angle inférieur, vient se terminer contre le bord postérieur.

Prozonites de tous les segments lisses (XIV, 3).

Métazonites ne faisant guère saillie au-dessus de la ligne des prozonites, même dans les segments du milieu du corps; striés longitudinalement; les stries droites, parallèles, s'étendant à peu près du bord antérieur au bord postérieur dans les segments des régions antérieure et moyenne. Dans les segments postérieurs les stries encore bien prononcées dans la partie postérieure du métazonite, le deviennent de moins en moins dans sa partie antérieure. Les intervalles entre les stries, plus étroits et bombés dans les régions supérieure et latérale du segment, sont larges et plats dans la région inférieure. — Les premiers segments, surtout les 2e, 3e et 4e ont les caractères moins marqués que les suivants. Dans les cinq ou six segments qui précèdent le préanal, quelques-uns des intervalles entre les sillons se terminent en arrière par une petite saillie subspiniforme portant un poil. On compte de chaque côté quatre de ces saillies entre le milieu du dos et le niveau du pore répugnatoire ; en dessous du pore il y en a aussi trois ou quatre, mais moins prononcées. Dans le segment pénultième les stries sont effacées et on ne distingue plus que quelques-uns de ces petits tubercules pilifères.

Pores répugnatoires (XIV, 3) médiocres, presque pas enfoncés sur les premiers segments, situés un peu en arrière du sillon circulaire, plus éloignés de ce sillon dans les derniers segments. Deux ou trois des stries longitudinales ne commencent qu'en arrière du pore ou au même niveau que lui, de sorte qu'en avant de cet orifice il se trouve un espace lisse.

d'éliminer le nom *terrestris* de la nomenclature des Myriapodes et de le remplacer par celui de *scandinavius* (Latz.) = *J. terrestris*, *Meinert*, Naturhist, Tidsskr. 3, Rœkke, V, p. 16.

Nous adoptons ici ce changement qui ne peut être qu'avantageux au point de vue de la distinction des espèces (*Réd.*).

Segment préanal (XIV, 4) lisse, terminé en épine très aiguë, droite, un peu comprimée en carène à sa partie dorsale et dépassant notablement les valves anales.

Valves anales régulièrement bombées, se rencontrant par un bord simple, sans bourrelet sutural.

Plaque sous-anale en forme de triangle dont la base est passablement plus large que les côtés.

Sillon circulaire faible, à peu près droit dans la région supérieure et latérale du segment, seulement légèrement arqué en avant du pore, du moins dans les segments antérieurs et moyens. En dessous, le sillon s'infléchit légèrement en arrière, de sorte que la longueur du métazonite y est plus faible qu'en dessus et sur les côtés.

Les *segments* portent sur le bord postérieur du métazonite de fins poils disposés à intervalles assez égaux. Ils paraissent être, de chaque côté, au nombre de 8, mais ils sont assez caducs. Dans les segments postérieurs ils sont portés par les saillies spiniformes décrites plus haut. Ces poils deviennent plus longs et plus forts sur les derniers segments et en particulier sur le préanal. Les valves anales offrent une villosité assez développée.

Pattes médiocres (comp. XIV, 7), portant de légères villosités sur les premiers articles et sur toute la surface des derniers (La longueur d'une patte est à la largeur du segment = 7 : 10).

Coloration (voir Pl. XIV, fig 10) : Tête brunâtre, avec les plaques oculaires noires et une bande transversale qui les réunit, d'un brun très foncé. Antennes très foncées, d'un brun violacé.

Premier segment de la couleur de la tête, avec son bord antérieur d'un brun foncé. Tous les autres segments en dessus et sur les côtés d'un brun foncé (sepia) vaguement annelé, surtout dans la partie antérieure du corps, de brun plus clair, ce qui tient à ce que les prozonites sont seuls pourvus d'un pigment foncé. Parties inférieures des segments plus claires en dessous où elles deviennent grisâtres et même passent au blanchâtre près de l'insertion des pattes. Sur les parties latérales inférieures de chaque prozonite une réunion de points clairs formant une tache arrondie. Une traînée de points semblables au-dessus de cette tache. Valves anales et plaque sous-anale de la même couleur que les parties supérieures des segments.

Pattes ayant leurs deux premiers articles entièrement pâles, les suivants d'une couleur lie de vin très claire.

♂ *adulte*[1].— Le mâle diffère fort peu de la ♀. Il semble atteindre la même longueur et la même largeur (autant que je puis en juger par des individus offrant 50 segments, mais n'ayant pas encore leurs pattes de la première paire modifiées ni de pelottes aux tarses); il est peut-être seulement un peu plus atténué en arrière[2]. Il est plus actif et plus agile que la femelle.

La *1re paire de pattes* (XIV, 8) dont les pièces sont très serrées les unes contre les autres est en forme de lame presque entièrement plane, comprimée d'avant en arrière et s'appliquant contre la lèvre inférieure. L'article principal correspondant à celui que l'on voit dans les mâles des autres Jules. Il est très serré contre son symétrique, moins large et passablement plus long que dans les *Julus londinensis, albipes, punctatus*, etc. Il est entaillé à son extrémité par une forte échancrure ou cavité articulaire, de chaque côté de laquelle la pièce se termine par un angle. L'angle interne porte un poil comme cela se voit dans la pièce homologue des autres Jules. L'angle externe, beaucoup plus long que l'interne, se prolonge en une sorte de rostre aigu. Dans l'échancrure ainsi formée sont emboîtés deux articles très courts, dont le premier peu distinct, forme une sorte de calotte recevant le second. Ce dernier article se présente sous l'apparence d'une cornue à col court, c'est-à-dire qu'il a une forme à peu près circulaire avec un petit prolongement arrondi à son extrémité, qui naît de la partie inférieure-interne et qui est dirigé en bas. Ce processus atteint à peu près le niveau de l'angle externe distal de l'article principal. L'intérieur du dernier article est en grande partie occupé par une substance brunâtre, qui s'avance jusque près de l'extrémité du prolongement. Cet article porte quelques poils longs et forts, qui sont dirigés dans le même sens que le rostre externe de la pièce principale et le cachent en partie. On trouve aussi d'autres poils sur la face antérieure, l'un sur le milieu de cette face et quelques autres au côté interne de l'article.

La *seconde paire de pattes* (XIV, 9-11) est plus grosse que les autres et a des formes assez normales; elle se distingue immédiatement par son premier article qui porte des prolongements de forme très particulière, dont les principaux sont

1 *Remarque:* Je considère comme adultes, en raison de la forme de leur 1re et 2e paire de pattes et de leurs organes copulateurs bien développés, 5 mâles trouvés sur les bords de la mare de Crevins le 20 avril. Ce sont les premiers que j'aie rencontrés.

2 Selon Koch (Die Myriapoden) le mâle est plus grêle et a des antennes plus grêles et un peu plus longues que la femelle.

parallèles et dirigés de haut en bas entre les deux pattes. Les pattes de cette paire sont plus grosses que les suivantes et composées de six articles. Le 1er article est de forme très complexe et pourvu de prolongements chitineux minces, de couleur ambrée sur le côté externe. Lorsqu'on regarde la patte par devant, on remarque deux processus : le premier naissant de la région inférieure-interne et dirigé verticalement de haut en bas, un peu renflé à son extrémité ; le second naissant de la région inférieure-externe, forme un prolongement plus court, un peu plus large à la base et allant en se rétrécissant vers son extrémité qui est obliquement tronquée. Ce second processus est tubuleux et sa troncature représente un orifice ovalaire ; il recouvre en partie le bord interne du 2e article de la patte. Entre ces deux processus on en distingue un troisième, mais situé plus en arrière, qui naît de la face postérieure. C'est un prolongement lamellaire tordu d'un demi-tour sur lui-même et dirigé obliquement en bas et en dehors, atteignant à peu près au même niveau que le processus externe. A son extrémité il porte un poil, qui semble avoir son importance.

Le second article ne présente rien de particulier ; le 3e, le plus gros, est renflé à sa face interne ; (villosité). Les trois derniers sont normaux.

La *troisième paire de pattes* est encore un peu volumineuse, mais sa forme se rapproche beaucoup de celle des suivantes. Le premier article, normal dans sa forme générale, présente seulement une saillie arrondie à son extrémité interne. Les pattes deviennent ensuite de plus en plus grêles jusqu'aux organes copulateurs. En arrière de ceux-ci elles subissent une diminution graduelle, mais très faible, et bientôt elles atteignent les proportions qu'elles conserveront jusqu'à l'extrémité postérieure.

Dans aucun des mâles que je considère comme adultes en raison du développement de leurs organes copulateurs et de la forme évidemment définitive de leurs deux premières paires de pattes, je ne trouve de traces de pelotes ou d'autres modifications quelconques aux pattes, en dehors de celles que j'ai décrites pour les premières paires.

Jeune ♂ (49 segments, les 6 derniers apodes, 79 paires de pattes, longueur 14,5 mm., largeur 1,07 mm.)

Coloration un peu plus claire que celle des adultes. Yeux noirs. L'espace entre les yeux et une bande transversale sur le premier segment, d'un brun foncé. Chaque segment, à partir du 5e, porte à droite et à gauche une tache d'un brun très

foncé. La réunion de ces taches forme de chaque côté une bande presque noirâtre. Pattes à peu près entièrement pâles.

15. Julus Brotii, n. sp. (?)

Pl. X, Fig. XV, 1-6, et Pl. XIV, Fig. 8.

♀ Nombre des segments............ 55 à 56. Nombre des paires de pattes....... 101 à 103.
Nombre des segments postérieurs apodes... 2.
Longueur.................... 40 à 42 mm. Largeur...................... 3 à 3,1 mm.
Longueur d'une patte... 2 mm.
Rapport de la longueur à la largeur dans les plus grosses femelles = 100 : 8,6, ou : 9.
Même rapport dans les jeunes femelles = 100 : 11,45 ou : 11,55.

Corps de grosseur assez régulière dans toute sa longueur (XV, 1), faiblement rétréci dans la partie antérieure, environ du 3e segment au 8e.

Échancrure du *chaperon* largement arrondie, peu profonde ; quatre (3 à 5) points enfoncés immédiatement en arrière d'elle.

Front lisse, avec un sillon longitudinal au niveau des yeux.

Antennes (XV, 4) courtes, atteignant à peine au bord postérieur du 2e segment, médiocrement renflées à l'extrémité. Deuxième article le plus long ; 3e, 4e et 5e à peu près égaux entre eux ; longueur du 6e égale à environ la moitié de celle du 5e ; 7e très petit. Des villosités courtes, plus serrées sur les derniers articles.

Plaques oculaires plus étendues de dedans en dehors que d'arrière en avant ; leur bord postérieur à peu près droit, l'antérieur non anguleux, les bords latéraux arrondis. Partie antérieure de la plaque, surtout les rangées 6e et 7e, descendant dans la cavité antennaire. Ocelles aplatis, sur 7 rangées, comptées d'arrière en avant, disposés d'une manière assez régulière dans le milieu des rangées, mais présentant souvent des irrégularités dans les extrémités de celle-ci. Le nombre des ocelles est de :

Dans la 1re rangée (postérieure) :		8	(maximum	9,	minimum	7).
2^{e}	»	9	»	10,	»	8
3^{e}	»	9	»	10,	»	9
4^{e}	»	9	»	10,	»	8
5^{e}	»	8	»	9,	»	7
6^{e}	»	6	»	8,	»	6
7^{e}	»	4	»	5,	»	4
		53	»	59,	»	52

Comme il s'intercale fréquemment quelques ocelles, soit en arrière de la première rangée, soit entre les suivantes, la moyenne paraît être de 55 ocelles pour chaque plaque.

Premier segment (XV, 2) en angle arrondi sur ses côtés; le bord postérieur faiblement arqué en avant sur les côtés et allant ainsi un peu à la rencontre du bord antérieur. Ce segment est marqué de très fines ponctuations visibles seulement sous une forte loupe. Le long des parties latérales de son bord antérieur et commençant à la hauteur du milieu de la plaque oculaire, un sillon qui se prolonge jusque contre le bord postérieur. Dans la région postérieure de ce segment on voit des stries longitudinales parallèles semblables à celles qui se trouvent sur les métazonites des segments suivants, mais moins marquées. Elles sont plus longues et plus profondes sur les côtés; plus courtes et plus effacées dans la région dorsale.

Prozonites lisses en dessus, ayant dans leurs parties inférieures quelques stries extrêmement fines, les unes longitudinales, les autres arquées. *Métazonites* du milieu du corps ayant sur la ligne dorsale une échancrure antérieure en angle à sommet arrondi : cette échancrure manquant dans les segments les plus antérieurs et les plus postérieurs. Le métazonite est entièrement marqué de stries longitudinales régulières, fines et serrées, ayant la même largeur que les carènes qui les séparent. Dans les segments du milieu du corps on compte plus de 40 stries entre le pore et la ligne dorsale médiane. La sculpture persistant sur tous les segments postérieurs, sauf le préanal; en avant elle est moins accusée dans les deux ou trois segments qui suivent le second.

Pores répugnatoires situés aux deux tiers de la hauteur du segment, sur le sillon circulaire, ou en arrière de celui-ci, mais tout à fait contre lui, sur le bord antérieur du métazonite.

Les stries des métazonites qui aboutissent au sillon circulaire, dans le voisinage du pore ou contre le cercle du pore lui-même ne subissent aucune déviation.

Le *sillon circulaire* net, mais peu profond, un peu oblique en avant sur une certaine longueur au-dessus du pore, de sorte que le métazonite est plus long en dessus du pore qu'au-dessous.

Segment préanal (XV, 3) court, lisse, avec quelques ponctuations irrégulières; terminé par une pointe anguleuse courte, à peu près de la longueur des valves anales dont elle n'est que peu détachée.

Valves anales subcomprimées, lisses. Fente anale vulviforme, à bords épaissis, mais sans bourrelet distinct.

Plaque sous-anale large, régulièrement angulaire.

Pattes (XV, 5) médiocres, avec quelques poils aux articulations et sous les articles, surtout sous le dernier (comp. aussi XV, 6).

Coloration (voir Pl. XIV, fig. 8). Tête d'un brun clair tirant sur le rougeâtre ou d'une couleur vineuse avec quelques taches plus claires et une bande noire réunissant les plaques oculaires. Antennes d'un brun vineux. Premier segment d'un rouge clair un peu orangé ; une zone plus foncée de la même couleur le long de ses bords; son milieu plus clair, finement ponctué. Second segment de la même couleur que le premier ; la couleur de ces deux segments se continuant encore un peu sur le 3ᵉ, surtout dans les côtés, et disparaissant tout à fait au 4ᵉ. Les prozonites des segments suivants d'un brun noirâtre passant plus au noir en dessus et au brun clair sur les côtés et en dessous, et marqués de petites taches arrondies blanchâtres ne commençant guère qu'en dessous des pores répugnatoires et devenant très nombreuses et serrées dans la région inférieure du segment. Les métazonites, par suite de leur transparence, paraissent noirâtres en dessus parce qu'ils recouvrent une partie noirâtre du segment suivant; ils deviennent de plus en plus clairs en dessus et sont d'un blanc jaunâtre dans la région inférieure du segment. Cette disposition fait que les parties inférieures du corps sont annelées de blanchâtre et même que cette couleur claire y domine. Le bord postérieur des segments présente, sous certaines incidences de lumière, une bande brillante de couleur ambrée.

La couleur rouge des deux premiers segments se retrouve sur le segment préanal (sauf quelquefois dans sa partie antérieure qui est noirâtre) et sur les valves anales et la plaque sous-anale. Ordinairement elle teint aussi un peu le segment pénultième.

Pattes entièrement d'un blanc jaunâtre.

♂. Nombre des segments .... 55. Nombre des segments postérieurs apodes... 2.
Nombre des paires de pattes... 99.
Longueur totale.................... 37 mm. Largeur.......................... 2,7 mm.
Rapport de la longueur à la largeur = 100 : 7,3.
Jeune ♂. Rapport de la longueur à la largeur = 100 : 9 ou 10 et même plus.

Plus grêle relativement que la femelle et plus agile.

Pattes plus longues relativement à la largeur du corps. La première paire courte, en crochet.

Organes copulateurs en palette (au moins les pièces antérieures).

Des pelotes à l'antépénultième et au pénultième article des pattes. Ces pelotes commencent à la seconde paire de pattes. Dans les pattes de l'extrémité postérieure elles sont de moins en moins développées et semblent toujours manquer complètement dans les quatre dernières paires. La pelote disparaît plus tôt à l'antépénultième qu'au pénultième article.

Jeunes (♀ et ♂). Teintes plus pâles. Les premiers segments, les valves anales et la plaque sous-anale à fond pâle marqué de points rougeâtres, ce qui donne à ces parties une teinte générale rougeâtre plus claire que celles qu'elles ont chez l'adulte. On voit seulement une bande le long du bord antérieur et une autre plus courte en arrière du premier segment, bandes du même rouge qui dominera plus tard sur ce segment.. Une série de taches noirâtres, ou (chez les plus jeunes) d'un brun rougeâtre foncé indiquent de chaque côté les glandes répugnatoires. Au-dessus d'elles les prozonites forment des demi-cercles d'un brunâtre tacheté de points clairs; les métazonites forment des demi-cercles plus pâles. Toutes les parties inférieures au-dessous des pores, ainsi que les pattes, sont d'un blanc jaunâtre. Les segments apodes qui précèdent le préanal sont aussi blanchâtres et manquent de taches foncées produites par les glandes répugnatoires.

Tête de couleur pâle, parsemée de taches et de ponctuations brunâtres. Une bande plus foncée entre les yeux. Plaques oculaires noirâtres.

Obs. Plus les individus sont jeunes, plus leurs teintes sont claires. Voici la coloration d'une très jeune femelle trouvée au mont Gosse (Salève) en juin, qui avait 35 segments, 51 paires de pattes, 7 segments postérieurs apodes, avec une longueur de 8 mm. et une largeur de 1,1 mm.

Pâle. Bande interoculaire d'un gris violacé. Antennes d'une couleur violacée claire. Plaque oculaire noire. Parties supérieures (au-dessus du niveau des glandes répugnatoires) lavées d'une teinte d'un fauve grisâtre clair; le premier segment très faiblement coloré dans son milieu, ayant une bande d'un fauve rougeâtre le long de son bord antérieur et une autre plus étroite le long de son bord postérieur. Segments 28e à 33e entièrement blanchâtres, sans glandes répugnatoires. Avant-dernier et dernier segment, valves anales et plaque sous-anale colorées en rougeâtre pâle. Glandes répugnatoires d'un rouge noir. Toutes les parties inférieures au-dessous des pores et pattes d'un blanc légèrement jaunâtre.

Hab. Cette espèce est très répandue dans les environs de Genève. Elle ne se

trouve pas dans la plaine, mais elle est abondante dans les montagnes, déjà à une faible hauteur. Elle vit dans les troncs pourris des sapins et sous la mousse.

Petit Salève (mont Gosse); Bois d'Yvres; Pitons; sommet des Voirons; Reposoir. — Louèche (Valais). — Sevrier; à une cinquantaine de mètres au-dessus du lac d'Annecy.

Rapports et différences. Le *Julus Boleti,* Koch (System d. Myriap., p. 109, 9 ; Id., Die Myriapoden, II, p. 84. pl. 103, fig. 207) est peut-être voisin du *J. Brotii* par les ponctuations de son chaperon, par son segment préanal terminé en triangle et ne dépassant pas les valves anales, ainsi que par la position des pores répugnatoires sur le sillon circulaire, mais il paraît en différer par d'autres caractères ; la coloration du *J. Boleti* est aussi fort différente de celle du *J. Brotii.* D'ailleurs l'espèce de Koch est établie sur un seul échantillon sec, ayant seulement 42 segments et 7 lignes (16 mm.) de longueur, c'est-à-dire seulement les deux cinquièmes d'un *J. Brotii* adulte, et elle est décrite dans la manière superficielle de l'auteur. La figure, mauvaise comme d'habitude, ne laisse pas voir la forme du premier segment et ne s'accorde pas avec la description en ce qui concerne la position des pores. Il est donc impossible de faire une comparaison serrée avec cette espèce dont l'habitat est incertain[1].

Le *J. Brotii* semble avoir aussi quelques rapports avec le *J. rufifrons,* Koch (System d. Myriap., p. 108, 8; Id. Die Myriapoden, II, p. 63, pl. 91. fig. 185) dont la provenance est également incertaine. L'espèce de Koch diffère surtout par les stries du premier segment, par l'extension plus grande de la couleur rouge dans la partie antérieure du corps et par l'absence de cette couleur au segment préanal. Ce dernier semble aussi plus tronqué et tout à fait dépourvu de pointe. Les deux échantillons (♀ et ♂) examinés par Koch avaient de 9 à 10 lignes (20 à 22 mm.?) et 46 segments.

Obs. Le *Julus Brotii* semble être très voisin du *J. luridus, Koch,* Syst. der Myriap., p. 111 ; Die Myriapoden, II, p. 65; fig. 187 (Cp. R. Latzel, l. c. II, p. 391. *Réd.*)

[1] D'après M. Am Stein le *Julus Boleti* se trouverait dans les Grisons; mais selon M. Meinert et M. Stuxberg le *J. Boleti* de Am Stein et de v. Porath (non *J. Boleti,* Koch) serait le *J. pusillus,* Leach.

16. Julus bilineatus, Koch.

Pl. X, Fig. XVI, 1-7 et Pl. XIV, fig. 11.

Syn. : *Julus bilineatus, C. Koch*, Deutschl. Crust. u. Myriap. Heft 22, tb. 6 (1838); *Id. Die Myriapoden*, II, p. 30. fig. 152 (1863); *Id. J, rubripes*, ibid., p. 29, fig. 151.
Julus sabulosus, Linné. — R. Latzel, loc. cit., p. 327, et autores.

♀ Nombre des segments................ 53. Nombre des segments postérieurs apodes... 2.
Nombre des paires de pattes.... 97
Longueur totale................. 48 à 50 mm. Largeur au milieu du corps....... 4 à 4,1 mm.
Long. : Larg. = 100 : 8 à 100 : 8,3.

Lourd, trapu, fusiforme; un peu moins large dans la région antérieure et assez brusquement rétréci dans les derniers segments (voir Pl. XIV, fig. 11 et Pl. X, fig. XVI, 1).

Entaille du chaperon arrondie; en arrière d'elle six dépressions punctiformes peu profondes. Front lisse,

Antennes (XVI, 6) médiocres, assez grêles, de même grosseur sur toute la longueur, atteignant au milieu du 3e segment; leur 2e article le plus long; articles 3e, 4e et 5e sensiblement égaux entre eux; 6e article plus court; 7e très petit. Une courte villosité commençant à partir du 2e article et augmentant dans les derniers articles. Quelques poils plus longs à l'extrémité de chaque article.

Cavité de l'antenne creusée seulement en dessous et en arrière.

La longueur d'une antenne dans un individu de 49 mm. est de 3,5.

Plaque oculaire plus étendue de dedans en dehors que d'arrière en avant; bord postérieur un peu arqué, se continuant avec le bord interne qui est très arrondi; bord externe plus droit; bord antérieur un peu irrégulier, à courbe plutôt rentrante. Les ocelles disposés sur six rangées se succédant d'arrière en avant, et étant au nombre de 40 à 46. Les nombres les plus fréquents sont 41 et 42 se décomposant comme suit :

1re rangée (postérieure)....	7	4e rangée....	7
2e »	8	5e »	7
3e »	8	6e »	4 ou 5

Ce sont les rangées 5e et 6e qui sont le plus variables; il semble qu'il règne une

sorte de balancement entre elles deux. La 5[e] peut avoir 6 à 10 ocelles; la 6[e] de 2 à 5. Cette dernière rangée, formée d'ocelles beaucoup plus petits que les autres, est située dans la cavité antennaire. Dans les autres rangées les ocelles externes sont les plus gros.

Premier segment (XVI, 1 et 2) médiocre; son bord antérieur formant une courbe qui présente une légère sinuosité. La rencontre de ce bord avec le bord postérieur, qui est presque droit, forme latéralement un angle arrondi. Un sillon longe le bord antéro-inférieur; trois ou quatre courtes stries longitudinales atteignent le bord postérieur en dessus de l'angle inférieur du segment; le reste du segment lisse.

Segments du milieu du corps ayant leur prozonite marqué de fines stries arquées, onduleuses et confluentes, aboutissant au sillon circulaire. Métazonite médiocrement saillant au-dessus du niveau du prozonite (XVI, 2 et 3), marqué de stries longitudinales, parallèles, profondes dans la région supérieure et la région latérale, moins profondes dans la région ventrale. Ces stries vont de l'extrémité antérieure du métazonite à son extrémité postérieure. Les intervalles qui les séparent sont en carène étroite en dessus et sur les côtés; ils deviennent larges et plats en dessous. Des bifurcations de stries ou de carènes se voient çà et là. — Stries des segments 2[e] à 5[e] environ (surtout celles du 2[e]), moins nombreuses que celles des segments suivants et plus ou moins arquées; le passage de l'ornementation de ces segments à celle des suivants étant graduelle. — Dans un des segments du milieu du corps on compte de 30 à 35 stries environ entre un des pores répugnatoires de la ligne dorsale médiane.

Pores répugnatoires (XVI, 5) percés en dessus du milieu des segments : dans les antérieurs à un quart de la distance qui sépare le sillon circulaire du bord postérieur du métazonite, dans les postérieurs à un tiers de cette même distance. Le sillon circulaire s'arque un peu en passant devant le pore répugnatoire. L'espace compris entre le pore et le sillon circulaire est lisse. Une, deux et même parfois (dans quelques segments antérieurs) trois stries longitudinales partent du cercle qui entoure le pore. Ces stries peuvent être rectilignes, mais le plus souvent elles sont plus ou moins déviées dans le voisinage du pore.

Segment préanal (XVI, 3) lisse, portant seulement quelques fines lignes enfoncées irrégulières, terminé par une forte épine dépassant de beaucoup les valves anales, à profil inférieur arrondi, à profil supérieur faiblement creusé. La base de cette épine est marquée de deux sillons obliques et son extrémité terminée par une petite pointe retroussée.

Valves anales (XVI, 4) lisses dans leur portion antérieure, un peu ponctuées dans leur région postérieure ; cette dernière région ainsi que l'extrémité de l'épine préanale tomenteuse. Bords de la fente anale renflés en bourrelets.

Plaque sous-anale (XVI, 4) assez grande, à angle postérieur très ouvert.

Pattes médiocres, plutôt grêles, ne portant que quelques villosités très courtes, un peu plus serrées sur les derniers articles.

Coloration (voir Pl. XIV, fig. 11). Tête d'un brun foncé avec une bande transversale noire allant d'une plaque oculaire à l'autre. Antennes foncées, avec la base des articles, surtout du second, plus claire. Premier segment brun ; une tache rougeâtre, peu définie, sur son milieu.

Corps noirâtre en dessus, entre les pores répugnatoires. Deux bandes d'un rouge orangé, séparées par une bande médiane noirâtre, presque de même largeur qu'elles, régnant le long de la région dorsale. Elles s'effacent graduellement en avant, environ à partir du 6e segment pour disparaître complètement dans le 4e ou le 3e ; en arrière elles se continuent ordinairement jusqu'à l'extrémité du segment préanal dans lequel elles forment une seule tache claire par suite de la disparition de la ligne foncée médiane. En dessous des pores répugnatoires les segments sont d'un brun foncé ; leur partie antérieure est marquée de petites taches arrondies claires, plus ou moins coalescentes ; celles qui se trouvent dans le bas du segment sont un peu séparées des autres et forment le plus souvent, par leur groupement, une sorte de tache claire. Le segment préanal est brun, avec sa face dorsale d'un rougeâtre orangé. Le pourtour du premier segment et le bord postérieur des autres, surtout en dessous des pores répugnatoires, a un reflet nacré. Pattes blanchâtres avec leur extrémité foncée.

♂. Le mâle se distingue de la femelle par ses proportions un peu plus grêles[1] et un peu plus régulièrement cylindriques.

La longueur est à la largeur = 100   7 ou 7,25.

Chez les jeunes = 100 : 8,2.

La première paire de pattes de l'adulte a la forme de petits crochets.

On trouve une pelote à l'avant-dernier article des pattes. Ces pelotes, qui commencent avec la seconde paire de pattes, sont bien développées dans les régions antérieure et moyenne du corps ; dans la région postérieure elles deviennent plus

1 C'est évidemment une erreur de signe qui a fait dire à Koch que la ♀ ressemble tout à fait au ♂ mais n'est que de moitié aussi grosse que lui.

petites. Dans les 18 ou 20 dernières paires de pattes on les voit de moins en moins développées à mesure que l'on examine des segments de plus en plus postérieurs, puis disparaître enfin complètement. Je crois qu'elles manquent toujours aux 6 ou 8 dernières paires parce que j'ai observé leur absence sur un ♂ de Louèche ayant 40 mm. de longueur, 54 segments et 99 paires de pattes, chiffres qui semblent indiquer qu'il était bien adulte.

Je ne trouve pas de différence sensible de coloration entre les sexes.

Le nombre des mâles est beaucoup moins grand que celui des femelles.

Hab. Onex (A. Humb.); Voirons (A. Humb.); Petit-Salève (H. Gosse); Peney, au bord de l'Allondon, sous les pierres, dans les lieux arides (H. Tournier); Louèche, en Valais (Dr A. Brot).

Cette espèce paraît être rare dans la plaine, où je ne l'ai trouvée que dans les bois; elle est plus abondante dans les montagnes. Aux Voirons, je l'ai trouvée au sommet de la montagne, sous l'écorce et dans les troncs pourris des sapins. Koch l'indique d'Allemagne et dit qu'en temps de pluie on en trouve souvent plusieurs individus réunis. M. Am Stein l'a trouvée à Davos.

Variations : Les variations portent surtout sur la largeur des deux bandes dorsales, leur extension en avant et en arrière et leur coloration. Ces bandes peuvent être très étroites, beaucoup moins larges que la bande noire intermédiaire. Au lieu de disparaître insensiblement dans les premiers segments elles manquent alors complètement dans les six premiers; enfin, le segment préanal est entièrement noirâtre en dessus. Cette dernière disposition paraît surtout fréquente chez les adultes.

Koch indique une variété qui, selon lui, ne serait pas rare et qui se présenterait le plus souvent chez la femelle :

Les deux lignes longitudinales rougeâtres du dos sont formées de taches distinctes disposées obliquement.

M. Am Stein décrit une variété qui correspond mieux que le type de Koch aux individus que j'ai observés : « Au lieu de la tache ronde unique au-dessus des pattes, on voit, dit-il, chez quelques exemplaires, tantôt une ligne (Strichfleck) de petites taches distinctes, allongées, d'un brun clair, tantôt une rangée de taches de la même couleur, allant en diminuant. Les lignes dorsales d'un jaune rougeâtre cessent avant le dernier segment ou se continuent réunies sur le milieu du dernier segment. »

La figure de Koch, dans ses *Crust. Ar. u. Myr. Deutschl.* H. 22, 6, quoique grossière et par trop noire, n'est pas bien mauvaise. Dans ses *Myriapoden*, tome II, fig. 152, la couleur générale du corps n'est point telle que la description l'indique, mais d'un gris assez clair; les deux bandes rougeâtres y sont bien rendues, mais elles s'arrêtent trop brusquement en avant au 6e segment. L'épine préanale est trop recourbée.

Le *Julus parallelus*, Koch[1] paraît différer fort peu du *J. bilineatus* et pourrait bien n'être qu'une variété locale de cette espèce. Koch l'a établi sur un seul échantillon provenant des environs du lac de Côme[2].

Observations : 1. *Le plus grand mâle* (provenant de Louèche) que j'aie observé avait 40 mm. de longueur et 2,9 à 3 mm. de largeur. Il était probablement tout à fait adulte puisqu'il avait 54 segments, et que son nombre de pattes qui se montait à 99 était non seulement absolument, mais aussi relativement plus considérable que dans aucun autre exemplaire de cette espèce, ce qui tenait à ce que tous les segments postérieurs, à l'exception seulement du préanal, portaient chacun deux paires de pattes.

Le *nombre de segments* le plus considérable que j'aie observé *chez les* ♀ est de 53 avec 97 paires de pattes (observé deux fois), avec une longueur de 42 à 48 mm. (Je n'ai jamais trouvé dans ce sexe moins de 2 segments apodes). Un autre exemplaire présentant 52 segments avait 49 mm. de longueur, tandis que des individus ayant aussi 52 segments, n'avaient qu'une longueur de 46, 42 et même seulement 40 mm.

Koch a observé des individus de 20 ‴ (45 mm.) de longueur et ayant 53 segments. L'on peut probablement considérer ce chiffre de 53, et accidentellement 54 segments comme étant celui des adultes.

2. Les *mâles aptes à s'accoupler* ont non seulement la première paire de pattes modifiée en crochets courts, mais aussi une « pelote » sous l'avant-dernier article des pattes (en ne comptant pas l'ongle).

Les mâles dont les organes copulateurs sont développés ont les pattes de la première paire conformées de la manière normale, et ils n'ont pas trace de pelotes aux pattes. Le changement d'un des états à l'autre ne semble pas se faire toujours

1 *Koch*, 1847. System d. Myriapoden, p. 113, n° 25; *Id.*, 1863. Die Myriapoden. Vol. II, p. 67. Pl. 93, fig. 190.

2 Les deux espèces sont en effet identiques (*Réd.*).

dans le même moment de la croissance. Ainsi je trouve un individu ayant encore les caractères du jeune ♂ bien que possédant déjà 47 segments et 81 paires de pattes et un autre dans ce même état bien que possédant 48 segments et 85 paires de pattes, tandis qu'un ♂ de 47 segments et 81 paires de pattes a déjà des caractères d'adulte dans ses pelotes, dans la forme des pattes de la première paire et dans ses organes copulateurs qui paraissent bien développés.

Il est très probable que c'est lorsque le ♂ a environ 47 à 48 segments et de 81 a 85 paires de pattes, avec une longueur de 22 à 25 mm, qu'il acquiert ses caractères d'adulte, c'est-à-dire qu'il devient apte à la reproduction.

3. *Jeune individu* ♀. Mornex (mont Gosse). 29 segments; 7 segments terminaux apodes; 39 paires de pattes. Longueur, 7 $^1/_2$ mm. Largeur, 1 mm.

Couleur foncière rougeâtre clair, violacée dans les derniers segments. Le pénultième (dernier formé) complètement pâle. Préanal et valves anales brunes. Une bande foncée s'étendant tout le long du dos, depuis le bord postérieur du premier segment jusqu'à l'antépénultième. A droite et à gauche de cette bande la couleur du fond offre déjà par ses teintes d'un rouge plus jaunâtre les deux bandes dorsales caractéristiques de l'adulte. Glandes répugnatoires noires, sauf les six dernières qui sont rouges.

Les stries des segments sont moins marquées que chez l'adulte.

Plaques oculaires noires, ocelles formant un triangle équilatéral dont chaque côté est formé de 4 ocelles, les 3 ocelles des sommets étant communs à deux côtés. Dans le milieu de ce triangle il se trouve encore un ocelle, ce qui fait que le nombre des ocelles d'une plaque est de 10 (XVI, 7). Un second échantillon ♀ de la même localité, récolté en même temps, avait une longueur de 8 mm. et une largeur de 1 mm., avec le même nombre de segments et de paires de pattes que le précédent. Il lui était du reste tout semblable pour la coloration, la disposition des ocelles, etc.

Famille des GLOMÉRIDES

Genre GLOMERIS[1], Latreille.

Savigny est à ma connaissance le premier auteur qui se soit occupé de l'anatomie comparée des organes buccaux des Myriapodes. Cet auteur a figuré et décrit très brièvement les parties buccales du *Glomeris plumbens*, Latr. Il reconnaît chez ce Myriapode comme chez le *Julus terrestris* un chaperon, une paire de mandibules, et une lèvre inférieure composée de deux paires de mâchoires réunies entre elles; il fait remarquer que « ces pièces correspondent à celles des Insectes hexapodes et qu'elles sont même rapetissées, dénuées de palpes et gênées dans leurs mouvements. »

Ce qui est relatif au chaperon et aux mandibules ne peut être qu'exact. Quant à l'interprétation de la lèvre inférieure je la crois exacte et l'observation des premières phases du développement me fait penser que le génie du savant anatomiste français lui a fait deviner ce que l'embryologie seule pouvait prouver. En effet l'on remarque qu'il y a deux bourrelets primitifs à la place où sera plus tard la lèvre inférieure; mais ces bourrelets se fondent de très bonne heure en un seul et il ne reste bientôt plus en apparence qu'une paire d'appendices là où il y en avait primitivement deux. Toutefois Savigny n'a pas figuré d'une manière bien complète ni bien exacte les partie buccales du *Julus terrestris* ni celles du *Glomeris plumbeus*.

1 Les notes laissées par A. Humbert sur le genre *Glomeris* sont fort incomplètes. Elles ne portent que sur le *Glomeris marginata*; elles ne renferment même pas la description de cette espèce Il est évident, à en juger par les dessins, que l'auteur avait eu l'intention de donner une description comparée très détaillée des organes buccaux. Dans ce but il avait commencé des études embryologiques sur le *G. marginata*. Malheureusement cette partie de son travail n'a pas été terminée; nous avons néanmoins cru devoir donner ici les figures qui le concernent (XVII, 22). Bien que nous ne puissions les interpréter d'une manière exacte, il nous semble qu'elles offrent quelque intérêt et elles pourront peut-être servir de guide pour d'autres recherches.

Outre le *G. marginata* (Pl. XIV, fig. 12 et 12*a*) Humbert a récolté trois espèces de Glomérides dans les environs de Genève, dont l'une (Pl. XIV, fig. 15) répond au *Gl. conspersa*, l'autre, provenant du Salève, au *Gl. ornata*, C. Koch (fig. 14) et dont la 3e (fig. 13) reste indéterminée. Ce Myriapode ne s'est malheureusement pas retrouvé dans la collection de l'auteur, et celui-ci ne paraît pas en avoir fait la description, il le mentionne sous la dénomination de *Glomeris, espèce noir et rouge*.

Brandt (1840) interprète la bouche des Chilognathes comme Savigny.

Koch (Syst. der Myriapoden, 1847) reconnaît dans les *Glomeris* comme dans les autres Chilognathes :

1° Une lèvre supérieure. — 2° Une paire de mandibules. — 3° Une paire de maxilles avec des palpes. — 4° Une langue (ou langette?). — 5° Une lèvre inférieure. — 6° Des palpes labiaux.

L'auteur ne justifie pas ses interprétations, et elle me paraît en effet injustifiable. Il m'est en particulier bien difficile de comprendre pour quel motif il donne le nom de palpes labiaux aux appendices qui se trouvent immédiatement derrière le chaperon, qui fonctionnent en avant de ses maxilles et de la lèvre inférieure et qui servent à couper et à broyer la nourriture. Savigny les appelait mandibules, ce qui est beaucoup plus naturel, à en juger d'après leur position et leur fonction. Voici la concordance que l'on peut établir entre les deux systèmes :

Savigny		*Koch*
Chaperon ou lèvre supérieure	=	Lèvre supérieure.
Mandibules	=	Palpes labiaux.
1res mâchoires.	=	Maxilles et palpes maxillaires.
2es mâchoires.	=	Mandibules.
Pièce de support de la lèvre inférieure, figurée mais non décrite par Savigny	=	Lèvre inférieure.

Une étude très minutieuse de la bouche de nos Glomeris m'a conduit à y distinguer les parties suivantes :

1° Un chaperon, dont la partie médiane porte une dent au fond d'une échancrure.

2° Une paire de *mandibules* (mandibules, Savigny. — Palpes labiaux, Koch). — Chaque mandibule est formée d'une pièce basilaire et d'une pièce terminale munie de dents de différentes formes et de différentes grosseurs. La pièce basilaire grosse, renflée et vide à l'intérieur où elle loge des muscles puissants, s'appuie sur un processus descendant de la boite crânienne. La seconde pièce, en contact avec la précédente par une large articulation, est l'organe le plus actif pour la préhension et la lacération des aliments.

3° En arrière des mandibules qui la dépassent sur les côtés se trouve la lèvre inférieure (Savigny), organe aplati, composé de pièces nombreuses, toutes soudées les unes aux autres.

J'adopterai l'interprétation de Savigny, parce que je crois cette lèvre composée de deux paires de pièces, sans être toutefois convaincu que les pièces doivent toujours garder les noms qu'il leur a imposés. En outre j'aurai à décrire quelques pièces de plus que ce naturaliste, celui-ci ayant négligé les organes basilaires pour ne décrire que les pièces terminales.

Ce que Savigny a désigné sous le nom de premières mâchoires est la pièce externe de la lèvre inférieure, armée en avant de deux dents courtes et tronquées (*palpes maxillaires*, Koch) et portant sur son bord antéro-externe quatre longs poils. — Savigny ne parle que de cette pièce comme formant la première mâchoire; mais elle est portée sur une autre pièce qui s'applique à son tour sur les côtés du demi-arceau qui termine en arrière la série des pièces buccales.

17. Glomeris marginata, Villers.

Pl. XI, fig. XVII, 1-22 et Pl. XIV, fig. 12, 12*a*.

Syn. : *Oniscus marginatus, Villers,* Entomol. Linn., IV, p. 187; tb. 11, fig. 15.
Glomeris marginata, Latzel, loc. cit., p. 98.

♀. 17 paires de pattes conformées de même; toutes à 6 articles. La dernière patte ne différant pas de l'avant-dernière, n'étant que très peu plus courte.

Les pattes des 1re et 2e paires ne diffèrent pas des suivantes, sauf en ce que la saillie interne (tuberculeuse et pilifère) de l'article basilaire est plus développée (surtout dans la première paire) que dans les pattes suivantes.

♂. On retrouve les 17 paires de la femelle et en outre en arrière de la 17e deux paires surajoutées formant une 18e et une 19e que l'on peut appeler « pattes copulatrices » (XVII, 11).

La 1re de ces pattes copulatrices (XVII, 9) est la plus petite de toutes, la seconde (XVII, 10) au contraire est énorme.

La 17e paire (XVII, 6) a subi dans le ♂ une modification identique à celle qu'on observe dans la 1re copulatrice, à savoir qu'elle n'a que 5 articles au lieu de 6. Outre quelques petites différences dans les poils de leur dernier article, ces pattes se distingnent en ce que dans la 17e l'article basilaire de chaque patte est bien développé, solide et distinct de son symétrique. Dans la 1re paire de pattes copulatrices (XVII, 11) la pièce basilaire de chaque patte est un peu moins développée, molle, peu chitineuse, confondue avec sa symétrique.

Organes buccaux.

Lèvre inférieure (XVII, 17 et 18). L'ensemble des pièces de la lèvre inférieure forme une surface plane en avant, arquée en arrière, mais dont les côtés se relèvent de sorte que la concavité est tournée du côté supérieur. La lèvre se compose de 10 pièces, dont 4 sont symétriques et deux impaires. On peut les distinguer en pièces médianes et en pièces latérales. Les pièces médianes comprennent :

1° Une pièce antérieure (*b*) étroite en avant, élargie en arrière où elle est profondément échancrée au milieu. Une dépression longitudinale assez prononcée part du bord antérieur et s'élargit avant d'atteindre l'échancrure postérieure. Le fond de cette échancrure, occupé par une lame plus mince que le reste de la pièce est en forme de croissant. La moitié antérieure de la pièce porte des poils espacés, courts, mais assez forts, au nombre de 9 environ de chaque côté. Cette pièce, qui probablement doit être considérée comme résultat de la soudure de 2 ou 3 pièces, est en contact sur les côtés avec les pièces latérales antérieures, et en arrière avec les pièces paires médianes.

2° En dessus de l'extrémité antérieure du triangle médian que nous venons de décrire, et appliqués contre lui se trouvent deux très petites pièces (*a*) qui le dépassent de la moitié environ de leur longueur. Leur forme est grossièrement celle de deux crosses dont la partie recourbée serait très élargie et dirigée en dehors, et dont la tige plus rapprochée de la ligne médiane se prolongerait obliquement d'avant en arrière et de dedans en dehors. La partie concave de la crosse est évidée, sa cavité se trouvant par conséquent regarder en arrière.

A leur partie antérieure ces deux pièces sont séparées l'une de l'autre par un petit intervalle, mais sur le reste de leur étendue elles adhèrent assez fortement à la membrane chitineuse qui forme le plancher inférieur de la bouche.

3° En arrière de la pièce antérieure (*b*) se trouve une paire de pièces étroites (*c*) assez contournées qui ne sont en contact l'une avec l'autre que sur une faible longueur; elles se terminent chacune en avant en une pointe mousse qui va se loger en dessus de la lame mince en forme de croissant, qui se trouve en avant de l'échancrure postérieure de la pièce antérieure. Elles ont un bord antérieur qui s'étend de dedans en dehors et d'avant en arrière le long du bord postérieur de cette pièce; ce bord rencontre, en faisant un angle obtus, le bord externe qui est en contact avec la pièce latérale postérieure. Leur bord interne, en arrière de leur suture médiane, forme un angle arrondi et se prolonge ensuite en un bord arqué, qui est recouvert en partie par la pièce médiane postérieure.

4° La pièce médiane-postérieure (*d*) est arquée de droite à gauche; son bord antérieur est plus arqué que le postérieur, de sorte que le diamètre antéro-postérieur de la pièce est assez grand sur la ligne médiane et que les côtés sont au contraire rétrécis. Ces côtés se terminent en angle arrondi et offrent en dehors une petite échancrure qui reçoit l'angle postérieur-interne de la pièce latérale-postérieure.

Cette pièce postérieure impaire est en contact en avant avec les pièces paires médianes qu'elle recouvre un peu et sur les côtés avec la pièce latérale postérieure. Elle termine en arrière la lèvre inférieure.

Les pièces latérales comprennent :

1° Une paire de pièces antérieures (*e*) dont chacune est soudée par son bord interne avec le bord externe de la paire médiane antérieure. Le bord antérieur et le bord latéral se confondent, c'est-à-dire se réunissent par une courbe. La pièce se rétrécit en arrière où elle se réunit par une suture en ligne droite avec celle qui la suit. Elle semble même au premier abord se terminer tout à fait angulairement parce que sa partie postérieure externe est beaucoup plus molle que le reste de la pièce et dépourvue de pigment. A son bord antérieur s'élèvent deux palpes trapus dirigés obliquement en dedans, dont l'interne, plus gros, est en cône tronqué; ces deux palpes portent des papilles à leur extrémité antérieure.

La surface de la pièce porte 6 ou 7 poils gros et forts sur la région antérieure de son limbe. On trouve en outre 5 très longs poils régulièrement espacés le long du bord latéral-antérieur.

2° Les dernières parties de la lèvre sont les pièces latérales-postérieures (*f*) qui sont à peu près en forme de trapèze. Elles sont en contact en avant avec les pièces latérales antérieures.

Leur bord interne à peu près droit est en contact avec la pièce médiane postérieure. — Leur bord externe, plus court que l'interne, se réunit avec le bord posrieur par un angle très arrondi.

Mandibules. Ces appendices sont assez volumineux, mis en mouvement par des muscles puissants, et leur extrémité est armée à la face interne de nombreuses séries de crochets fins formant une sorte de carde destiné à saisir et à amener en arrière les aliments. Ces crochets sont suivis d'un gros tubercule solide devant fonctionner comme une molaire.

On peut distinguer une partie basilaire s'articulant sur le crâne et servant seule-

ment à recevoir les muscles volumineux qui produisent les mouvements principaux de l'appendice, et une partie triturante qui suit la première et qui seule est en contact avec les aliments.

Voici successivement ces différentes pièces :

1° La partie basilaire est composée d'une seule pièce (XVII, 13 *a*), qui est relativement fort grande, car elle forme la moitié de la longueur totale de la mandibule. Vue de dehors lorsqu'on n'a pas encore enlevé la lèvre inférieure elle paraît solide; mais c'est seulement sa face externe qui est chitineuse. La pièce ne forme point en effet un article cylindrique, mais elle est réduite à une lame externe bombée en demi-cylindre creux, dont la cavité est occupée par un énorme muscle qui agit transversalement et se réunit sur la ligne médiane avec celui de l'autre mandibule au moyen d'un étranglement solide (chitineux).

Cette pièce est terminée à sa base par un bord droit qui s'articule contre une saillie formée par un prolongement inférieur des bords de l'ouverture occipitale.

L'extrémité distale de cette pièce, qui est aussi coupée droit, offre un bord articulaire pour s'unir à la pièce suivante.

2° La seconde pièce (XVII, 13 *b*, 14) qui est l'organe de trituration, est un anneau complet mais irrégulier dont la forme rappelle celle d'un fer à cheval qui serait fermé en arrière par une tige transversale grêle. Elle peut aussi être comparée à une bague chevalière (dont la partie opposée au chaton aurait été redressée). Son bord externe, par lequel elle s'articule avec la pièce basilaire, est droit et grêle; c'est lui qui correspond à la traverse fermant le fer à cheval, ou bien à la partie de la bague opposée au chaton. La partie de l'anneau qui est en contact avec la lèvre inférieure, un peu plus solide que la précédente est cependant encore assez grêle ; elle forme une tige cylindrique arquée dont la concavité regarde la base de la mandibule. La partie opposée, qui regarde le palais, est plus solide. La partie interne de l'anneau est occupée par un tubercule fortement saillant, représentant le chaton et constituant la portion réellement triturante de la mandibule. Ce tubercule se distingue par sa couleur d'un jaune d'ambre, du reste de l'anneau qui est blanchâtre. La surface de trituration se compose d'une dent tranchante allongée, au-dessus de laquelle se trouve, séparée par un large sillon, un espace quadrangulaire plan. Considérées dans leur position successive, ces deux régions peuvent être comparées à une incisive suivie d'une barre puis d'une molaire. En avant, les connexions de

cette pièce annulaire sont assez nombreuses et compliquées; elles se font avec des membranes et des éléments solides[1]. On peut y distinguer :

a. Une pièce en triangle à peu près équilatéral dont deux côtés sont en contact avec le bord externe et avec le bord inférieur de la pièce annulaire. Cette pièce est translucide, très mince, mais cependant bien distincte des petites membranes qui l'avoisinent.

b. Une pièce beaucoup plus solide s'articule par sa partie inférieure arrondie dans l'angle formé par le bord externe et le bord supérieur (de la pièce annulaire) et aussi le long d'une partie de ce bord supérieur.

Cette pièce, plus longue que large, est bombée extérieurement. Sur la moitié de sa longueur elle se prolonge en avant en une dent large, déprimée et arrondie, de couleur d'ambre. Lorsqu'on regarde la mandibule par-dessous, cette dent prolonge seule le profil de la pièce en question. Sur l'autre moitié (supérieure) de son bord antérieur la pièce est tronquée et s'arrête plus tôt. De l'angle formé par la rencontre de la moitié tronquée et de la moitié dentée du bord antérieur part une fente qui s'étend à une petite distance en arrière.

c. Une pièce solide à peu près de même largeur que la précédente, arquée comme elle, mais très courte, entièrement ambrée, s'articule le long du bord tronqué et en dessous de la base de la grande dent. Son bord antérieur présente quatre saillies formées par une sinuosité et trois dents déprimées à bord arrondi, égales entre elles, dont la plus inférieure se trouve sur le prolongement de la grande dent de la pièce précédente qu'elle dépasse un peu.

d. Au delà de cette pièce et commençant immédiatement contre son bord antérieur, se trouvent les peignes ou cardes (XVII, 19 *a*). Ces peignes se composent de séries de dents allongées fixées sur la membrane pectinigère. Ils forment des rangées verticales arquées qui se succèdent les unes les autres à partir de la pièce dentée. Dans le *Glomeris marginata* j'en compte dix rangées et non neuf, comme le dit Meinert. Chacune des dents du peigne est arquée avec sa pointe tournée en dedans (c'est-à-dire dans la direction de la ligne médiane du corps). — Le nombre des dents n'est pas le même dans chaque rangée; c'est la 2e qui en présente le plus. Voici les nombres que je compte sur une femelle adulte :

[1] Le texte de l'auteur s'arrêtait ici. Nous avons cherché à le compléter au moyen de diverses notes éparses que nous avons pu réunir, mais qui n'ont pas conduit à une rédaction suffisamment claire (*Réd.*).

1re rangée....	31	7e rangée....	14
2e »	45	8e »	13
3e »	42	9e »	9
4e »	35	19e »	6
5e »	24	11e »	1
6e »	17		

Enfin en avant de tous les autres et pouvant être comptée comme représentant une 11e rangée, on trouve encore une dent seule.

Chaque dent ne fait saillie hors de la membrane pectinifère que d'une longueur égale à moins du tiers de sa longueur totale. Cette portion libre cylindrique, atténuée et arrondie à son extrémité est faiblement arquée (XVII, 19 *c*); la partie enfoncée au-dessous de la membrane (Cp. XVII, 19 *b*) montre une continuation de ce cylindre, qui est arquée, à peu près de même largeur que la partie libre, et bordée de deux expansions lamellaires dont l'une du côté concave est marquée de stries longitudinales, et l'autre du côté convexe de lignes obliques. De la base des dents part un petit prolongement membraneux flottant.

Le *Glomeris marginata* se trouve fréquemment sur les pentes du Salève.

18. Glomeris ornata, C. Koch.

Pl. XIV, fig. 14.

Glomeris ornata, *C. Koch*, System der Myriapoden, p. 97 (1847). — *Latzel,* die Myriapoden der œsterreich ungarischen Monarchie, II, p. 114.

Récolté sur les pentes du mont Salève (Pitons).

Aucune description n'a été laissée par l'auteur.

19. Glomeris conspersa, C. Koch.

Pl. XIV, fig. 15.

Glomeris conspersa, *C. Koch*, System der Myriapoden, p. 89 (1847). — *Latzel,* l. c., p. 120.

Mêmes localités.

Aucune description n'a été laissée par l'auteur.

20. Glomeris humbertiana, n. sp.

Pl. XIV, fig. 13.

Espèce trouvée au sommet des *Pitons* du mont Salève.

L'auteur n'a laissé aucune note sur ce *Glomeris*, et le type ne s'est malheureusement pas retrouvé dans sa collection; nous ne pouvons donc en donner la description, mais l'espèce semble si bien caractérisée par sa livrée qu'on n'aura pas de peine à la reconnaître.

L'espèce nous semble être nouvelle, aussi croyons-nous pouvoir la dédier à notre regretté collègue.

Nous ne connaissons en effet aucun *Glomeris* bandé de rouge et de noir. Le *Gl. pustullata* et *rufoguttata*, Koch (*Deutschl. Myriap.*, H. 40, n° 9 et 10) offre des points et des rangées de taches rouges, mais aucune espèce européenne ne ressemble à celle qui se trouve représentée ici (*Réd.*).

Nota. A. Humbert a publié des observations intéressantes sur les mœurs des Glomeris, en particulier en ce qui touche l'accouplement et la ponte. (*Note sur la ponte des Glomeris.* Mittheilungen der schweizerischen entomologischen Gesellschaft, Bd. II, 1872, p. 530.) Il a observé que ces Myriapodes déposent leurs œufs dans de petites boules ou capsules de terre, qu'ils fabriquent en rendant des petites quantités de limon par l'anus et en le façonnant avec leurs pattes postérieures. Chacune de ces boulettes renferme un œuf; quelquefois deux, lorsqu'elle est cloisonnée. On trouve parfois aussi 2 ou 3 boulettes réunies en une seule masse, renfermant autant de loges, dont chacune renferme un œuf. Ces boulettes ou capsules sont figurées ici sur la planche XI (fig. XVII, 20).

Sous-ordre des PSÉLAPHOGNATES

Famille des POLYXÉNIDES

Genre POLYXENUS, Latreille.

Polyxenus lagurus (Linné), Latreille.

Pl. XII et XIII, Fig. XVIII, 1-28.

Syn. : *Scolopendra lagura, Linné,* Syst. Nat. Ed. 10e, p. 637.
Polyxenus lagurus, Latreille, Hist. nat. des Crust. et des Ins., t. VII, p. 82 (1804). Latzel, loc. cit., p. 74.

Longueur totale..... 2,5-3,2 mm.
Largeur au milieu du corps (non compris les poils)..... 0,5-0,8 mm.

Corps déprimé, médiocrement allongé, un peu plus large dans les régions médianes qu'aux extrémités; un peu voûté en dessus, plat en dessous.

Tête déprimée; sa région faciale revenant brusquement en dessous et en arrière jusqu'au chaperon, de sorte que la bouche se trouve située bien en arrière du bord antérieur de la tête.

Antennes composées de 8 articles.

Yeux (XVIII, 4) formés d'ocelles au nombre de 6 de chaque côté, rapprochés sans être tout à fait contigus, portés sur un espace un peu allongé et coloré en rouge brun, qui est placé sur les côtés de la tête, un peu en dessus, le long du bord auquel s'articule la pièce de support des mandibules.

En arrière de la tête on trouve 11 segments (XVIII, 3) marqués par autant de plaques dorsales minces, mais bien distinctes, et pouvant être isolées des parties molles. Aucun auteur n'a reconnu l'existence de ces arceaux chitineux. On peut cependant les voir distinctement si l'on enlève avec un pinceau ou de quelque autre manière les poils qui les masquent. La première de ces plaques est plus étroite que la tête, en segment de cercle, arrondie à son bord postérieur, anguleuse sur les

côtés, et recouvre le bord antérieur de la suivante ; celle-ci est en avant de la même largeur que la première, mais son bord postérieur est beaucoup plus large que l'antérieur. La 3e et les suivantes jusqu'à la 10e ont leur bord antérieur seulement un peu moins large que le postérieur. La dernière (11e) a $^2/_3$ de la largeur de la précédente ; elle est très régulièrement ponctuée et porte deux pinceaux formés d'innombrables poils de formes différentes (XVIII, 6, *a-l*, *q* et *r*). Les touffes latérales de poils reposent sur une petite pièce chitineuse.

Les *pattes* sont au nombre de 13 paires. (*Gervais* en indique 14 ; il compte évidemment comme étant une paire de pattes les appendices que nous regardons avec *Guérin* comme dépendant de la bouche). Toutes ces pattes n'ont pas le même nombre d'articles. La *1re* paire en a 6, la *2e* 7, la *3e* paire (et les suivantes?) 8. (Cp. XVIII, 23-28). C'est derrière la 2e paire que se trouvent les bourrelets qui portent les orifices génitaux.

Les *organes sensitifs des pattes* sont répartis comme suit :

La *1re paire* (XVIII, 24, 25) en présente trois à la face interne du bord antérieur des articles 1er, 2e, 3e. Celui du 1er article est situé près de l'extrémité de l'article, à sa face interne. Celui du 2e article occupe la même position ; celui du 3e se trouve aux deux tiers de la longueur de l'article. Le 4e et le 5e article n'en portent point. Au 6e article il y en a un (d'une autre nature ?) situé sur le milieu de la longueur de l'article.

La *2e paire* (XVIII, 26) a sur son 1er article deux organes sensitifs se suivant à une petite distance l'un derrière l'autre, à la face interne de l'article. Les articles 2e et 3e en portent chacun un, à la face interne de leur bord antérieur (XVIII, 17 et 18). Il n'y en a pas sur les articles 4e, 5e et 6e. Le 7e et dernier en a un (d'une autre nature?) qui est situé à peine au milieu de sa longueur (XVIII, 19).

La *3e paire* (XVIII, 27, 28) n'en a que sur les articles 3e et 4e. Je n'en vois point sur les articles 1er et 2e, ni sur les 5e et 8e.

La *4e* et la *5e paire* présentent sous le rapport des organes sensitifs les mêmes dispositions que la 3e paire. Toutes les pattes suivantes, jusqu'à la dernière portent ces organes aux mêmes articles que la 2e paire.

Lèvre inférieure (XVIII, 7) : Elle porte en avant une masse globuleuse avec 18-20 bâtonnets. Une 12e au moins de ces bâtonnets sont visibles en tout ou en partie quand on regarde cette pièce par une de ses faces (inférieure ou supérieure).

En dehors de cette pièce, globuleuse, et articulée dans une cavité de la lèvre,

s'insère une tige allongée cylindro-conique, diminuant de grosseur vers son extrémité distale et portant le long de sa face antérieure — non pas antérieure relativement à la longueur de l'animal, mais relativement à la bouche — une double série longitudinale de bâtonnets. Ceux-ci semblent varier en nombre. Sur la figure on en voit 5 d'un côté et 3 de l'autre. Dans l'échantillon sous mes yeux j'en vois 7 d'un côté, 4 de l'autre. Dans celui, dont l'extrémité du palpe est figurée plus fortement grossie, on en aperçoit un de plus, latéral (presque inférieur), placé un peu avant l'extrémité. Enfin, dans tous les échantillons, l'extrémité du palpe porte un bâtonnet tout à fait terminal, dirigé dans une direction prolongeant celle du palpe ou un peu arqué en avant,

Chaque bâtonnet est porté sur une éminence conique du palpe. Celui-ci ainsi que la pièce globuleuse, est revêtu d'une villosité très courte et très pâle, disposée avec régularité sur toute sa surface. A un faible grossissement, et si l'on ne regarde pas les bords des pièces en question, il semble que l'on a affaire à une simple ponctuation.

Nota. La description de ce type est restée fort incomplète. Voyez l'explication des planches XII et XIII (*Réd.*).

Observations. 1. Le *P. lagurus* n'a pas 7 articles aux antennes comme le disent Geoffroy, Gervais et autres, mais bien 8. La figure donnée par P. Gervais dans son Atlas des Insectes aptères (Pl. 45, fig. 1, *b*) indique, il est vrai, 8 articles, mais cette figure donne une idée fausse de la forme des articles; ils sont représentés beaucoup trop distendus. Meinert a indiqué le nombre vrai des articles.

2. Un individu jeune offre 4 paires de touffes latérales; les pinceaux de la queue sont situés sur les côtés de la plaque postérieure, peu fournis, courts (moins fournis que les touffes latérales) et composés seulement de poils barbelés semblables à ceux des touffes latérales, sans les longs poils en crochets qui forment les pinceaux proprement dits. Les plaques criblées qui portent les poils à crochets sont déjà formées. Cet individu porte 5 paires de pattes.

La dernière pièce, qui porte les pinceaux, ne serait-elle pas le représentant de la partie supérieure du segment anal?

INDEX

EXPLICATION DES PLANCHES

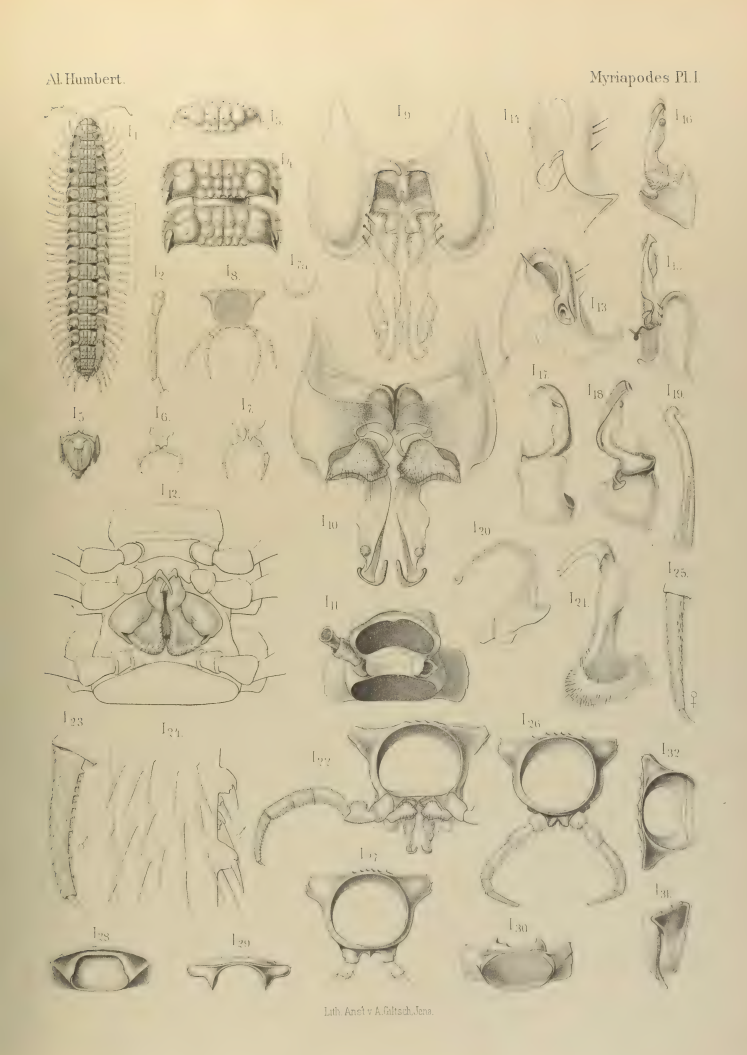
Les dessins définitifs qui ont servi pour la gravure des Planches ne portaient pas de noms. Nous en avons établi les explications au moyen des indications qui se trouvaient sur les croquis originaux des figures dessinés par l'auteur à la chambre claire. Pour un petit nombre d'entre eux sur lesquels planaient quelques doutes, il nous a fallu, pour arriver à leur identification, procéder à des comparaisons avec les types de la collection d'Al. Humbert, et avoir recours à quelques préparations. Il n'a subsisté d'incertitude que sur quelques points de détail de peu d'importance qui sont indiqués dans le texte.

Sur les Planches, les figures afférentes à chaque espèce portent toutes un même numéro en chiffres romains, et ces chiffres correspondent aux numéros d'ordre des espèces dans le texte. Les chiffres arabes joints aux chiffres romains servent à distinguer les différentes figures se rapportant à chaque espèce en particulier.

PLANCHE I.

POLYDESMUS COMPLANATUS (Linné), Latr. (Page 1).

I, 1. ♂. L'animal, vu par-dessus.
2. Une antenne.
3. Le premier segment du corps, vu par-dessus, pour montrer la sculpture de sa surface.
4. Deux segments du milieu du corps, vus par-dessus.
5. Valves anales et plaque sous-anale, vues par-dessous.
6. ♀. La 1re paire de pattes, vue par derrière. Voir aussi fig. I, 39.
7. ♀. La 2e paire de pattes, vue par derrière. Voir aussi fig. I, 40.
7*a*. ♀. Partie inférieure du 3e segment. Voir aussi fig. I, 27.
8. Un segment du milieu du corps avec ses deux paires de pattes, vu par derrière.
9. ♂. Organes copulateurs complets. La pièce basilaire de chaque branche est vue par sa face externe. Les pièces distales sont mises dans le même plan que leurs pièces basilaires; on les voit donc par leur face interne.
10. ♂. Les mêmes, vus par l'autre face.
11. ♂. Le segment copulateur (7e), vu par-dessous, les organes copulateurs et la patte gauche étant enlevés.
12. ♂. Le segment copulateur (7e) et le segment précédent, vus par-dessous, les organes copulateurs étant *in situ* (Comp. I, 9).
13. La pièce basilaire gauche des organes copulateurs, vue par sa face interne.
14. La même, tournée d'environ 90° dans le sens inverse à l'aiguille de la montre.
15. La branche droite des organes copulateurs, dans la même position que fig. I, 9.
16. La branche gauche des organes copulateurs dans la même position que fig. I, 10.
17, 18. Les mêmes que fig. 15 et 16 (mais vus de profil ?).
19. L'extrémité du crochet, en forme de tête d'oiseau.
20. Le crochet, isolé.
21. La pièce terminale isolée.
22. ♂. La 8e paire de pattes et le segment avec les organes copulateurs, vus par derrière.
23 ♂. L'extrémité d'une patte du milieu du corps. Face inférieure du profil pour montrer les tubercules qui ne se trouvent que chez le ♂.
24. ♂. Fragment d'un article de la même patte, fortement grossi.
25. ♀. Dernier article d'une patte du milieu du corps (comp. I, 23).
26. ♀. Le 4e segment et la 3e paire de pattes, vus par derrière.
27. ♀. Le 3e segment sans pattes, vu par derrière. On voit la petite saillie médiane et les plus grandes latérales de la partie inférieure du segment.
28. ♀. Le 1er segment du corps, vu par-dessous.
29. Le même, vu par derrière.
30. ♀. Le 2e segment, vu par-dessous.
31. ♀. Le 3e segment, vu de profil.



Lith. Anst v A. Giltsch, Jena.

PLANCHE II.

Polydesmus complanatus (suite).

I, 32. ♀. Le 2e segment du corps, vu par derrière.
33. ♂. La lèvre inférieure entière, vue par sa face externe.
34. Le palpe interne de la lèvre inférieure.
35. Le palpe externe de la lèvre inférieure.
36. La pièce articulaire du collier, du côté gauche.
37. La pièce latérale du collier, un peu comprimée.
38. ♂. Le 4e segment du corps avec la 3e paire de pattes, vus par derrière.
39. ♀. La 1re paire de pattes, vue par derrière.
40. ♀. La 2e paire de pattes, vue par derrière.
41. ♂. La 2e paire de pattes, vue par derrière.
42. La même, avec le 3e segment du corps.

Polydesmus macilentus, C. Koch. (Page 10).

II, 1. L'animal, vu par-dessus.
2. Les 1er et 2e segments du corps, vus par-dessus.
3. Les 11e et 12e segments, vus par-dessus.
4. Une antenne.
5. ♂. Les organes copulateurs, vus par leur face externe.
6. ♂. Les mêmes, vus par leur face interne.
7. Les mêmes, sans la pièce basilaire, vus par leur face externe.

Polydesmus pilidens, C. Koch. (Page 14).

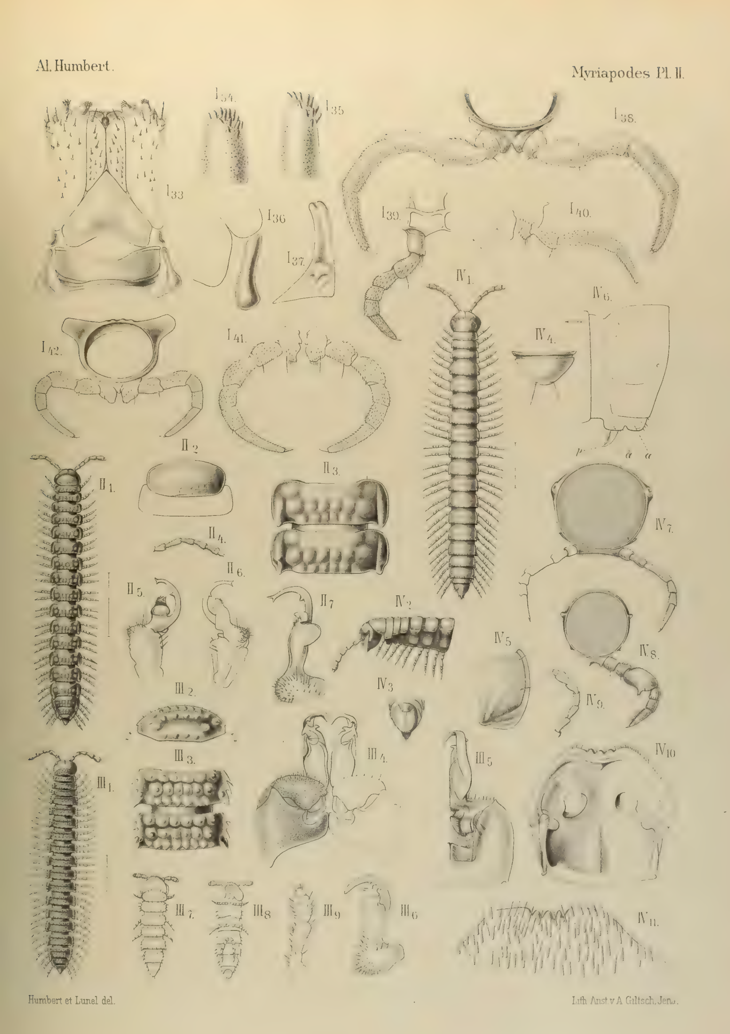
III, 1. L'animal entier, vu par-dessus. Grossissement 6.
2. Le 1er segment du corps et le commencement du deuxième, vus par-dessus.
3. Les 11e et 12e segments, vus par-dessus.
4. Les organes copulateurs, vus par derrière.
5. Les mêmes, vus par devant.
6. La pièce terminale des organes copulateurs.

Obs. Nous ajoutons ici trois figures d'un *Polydesmus*, qui d'après A. Humbert appartient probablement au *P. pilidens*, voir page 19.

III, 7. L'animal, vu par-dessus.
8. Le même, vu par-dessous.
9. Une antenne du même.

Strongylosoma pallipes (Olivier), Gervais. (Page 19).

IV, 1. L'animal entier, vu par-dessus. Grossissement 6.
2. La tête et les 7 premiers segments, vus de profil.
3. L'extrémité postérieure du corps (plaque sous-anale et valves anales) vue par-dessous.
4. La plaque sousanale, face inférieure (externe).
5. La valve anale du côté gauche.
6. Le 5e segment vu de profil pour montrer la *palette p.* — *a* La cavité articulaire des pattes, qui ont été enlevées.
7. ♀. Le 10e segment du corps, vu par derrière.
8. ♂. Le 3e segment du corps, vu par derrière.
9. Une antenne.
10. Le crâne, face interne.
11. Le labre, vu par-dessus.



Humbert et Lunel del.

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

PLANCHE III.

STRONGYLOSOMA PALLIPES (suite).

IV, 12. L'antenne gauche, vue par sa face interne.

13. L'extrémité du 5e, le 6e et le 7e article de l'antenne avec leurs organes sensitifs.

14. Organes sensitifs du 6e article de l'antenne.

15. Quatre bâtonnets sensitifs du groupe de l'extrémité du 6e article de l'antenne.

16. Extrémité de l'antenne d'un jeune *Str. pallipes* à 7 paires de pattes.

17. Organes sensitifs du 7e article de l'antenne. Préparation comprimée.

IV, 18. ♀. Extrémité de la 2e paire de pattes, pour montrer les caractères sexuels, femelle.

19. ♂. Idem pour le mâle.

20. ♂. Palette qui se trouve entre les pattes de la 4e paire du mâle, vue par derrière. Voir aussi IV, 62-64.

21. ♂ adulte. Le segment copulateur, vu par-dessous (Les organes copulateurs sont enlevés).

22. ♂ jeune à 19 segments et 28 paires de pattes : le segment copulateur et les organes copulateurs incomplètement développés.

23. Les organes copulateurs entiers, vus par-dessous (En place avec leur segment).

24. Branche droite des organes copulateurs, vue par sa face interne.

25. La même, vue par sa face externe.

26. Branche gauche des organes copulateurs du même individu, vue par sa face externe (La figure est très légèrement oblique).

27. La même, vue par sa face interne.

28. La pièce verticale du côté droit, vue par sa face tournée vers le corps, soit par devant en la supposant placée comme une patte.

29. L'épine crochue des organes copulateurs, soit le *crochet*.

30. La même, isolée.

31. Le *crochet* cassé dans le *pavillon*. Comp. IV, 33 (Pour simplifier la figure, on n'a pas représenté les poils qui entourent le *pavillon*).

32. Extrémité distale du crochet montrant par transparence la terminaison du canal.

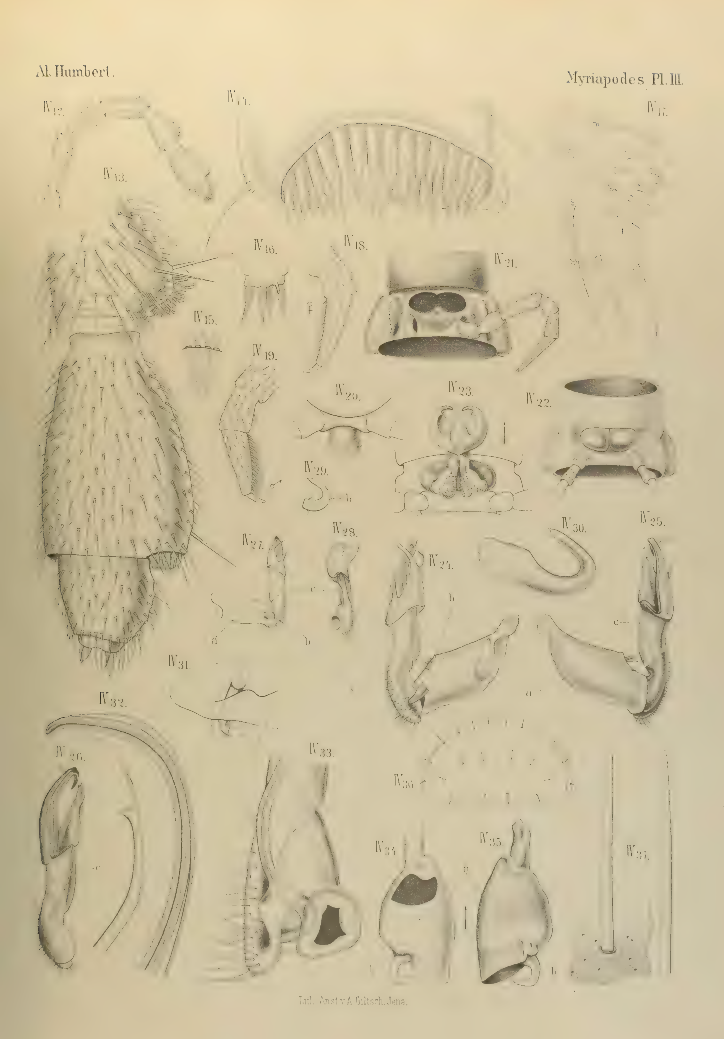
33. Partie basilaire de la 2e pièce des organes copulateurs appelée *pavillon*, entourée de poils, avec le commencement du canal qui se continue dans le crochet.

34. 1re pièce (basilaire) des organes copulateurs du côté gauche, vue par sa face interne.

35. La même, vue par sa face externe.

36. ♀. Le 1er segment du corps, vu par-dessus.

37. Deux poils de la surface du 1er segment.



Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

PLANCHE IV.

STRONGYLOSOMA PALLIPES, Oliv. (suite).

IV, 38. ♀. Le 1er segment du corps, vu par-dessous.

39. ♀ Le 2e segment, vu par derrière.

40. Le même, vu par-dessous.

41. ♀. Le 3e segment, vu par derrière.

42. Le même, vu par-dessous.

43. La pièce portant les pattes de la 1re paire de pattes, vue par sa face postérieure.

44. La même, vue par sa face antérieure.

45. La pièce basale et les premiers articles de la 1re paire de pattes, vus par devant.

46. ♀. La première paire de pattes, vue par derrière.

47. La même, plus fortement grossie.

48. ♂. La pièce portant la 2e paire de pattes et les premiers articles de celles-ci, vus par devant.

49. ♀. Les mêmes, vus par derrière.

50. Une patte de la 2e paire, vue par derrière.

51. La même plus fortement grossie.

52. ♂. La 2e paire de pattes, vue par derrière.

53. ♀. Le dernier article d'une patte (droite) de la 2e paire.

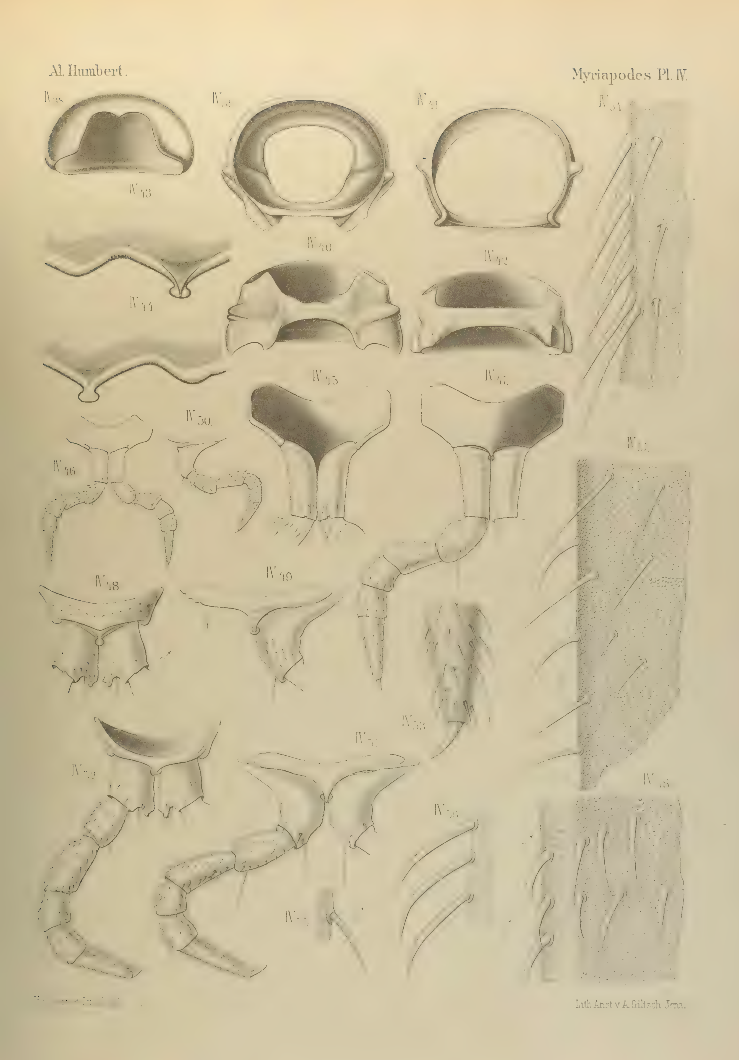
54. ♀. Poils de la face interne du dernier article de la 2e paire de pattes.

55. ♂. Un poil de la face externe de l'article correspondant du ♂.

56. ♂. Trois poils de la face interne de la 2e paire de pattes.

57. ♀. Poils de la face interne et postérieure du 3e article de la 2e paires de pattes, vus par derrière.

58. ♂. Idem chez le mâle.



Lith Anst v A. Giltsch Jena.

PLANCHE V.

STRONGYLOSOMA PALLIPES, Oliv. (suite).

IV, 59. ♀. Le 4e segment du corps et les pattes de la 3e paire, vus par derrière.
60. Les mêmes chez le mâle.
61. ♂. Une patte de la 3e paire et une portion du 4e segment, vus par derrière.
62. ♂. Le 5e segment montrant la *palette* entre les pattes de la 4e paire, vue par derrière. (Voir IV, 20).
63. La palette, vue par devant.
64. ♂. Le 5e segment avec ses deux paires de pattes, vu par derrière.
65. Le 11e segment et ses pattes, vu par derrière.
66. ♀. La lèvre inférieure entière, vue par sa face inférieure (externe).
67. ♀. La pièce basilaire de la lèvre inférieure, vue par sa face supérieure (interne).
68. ♂ adulte. La pièce antérieure-interne droite de la lèvre, vue par sa face inférieure (externe).
69. ♂ jeune. Idem.
70. ♀ adulte. Idem.
71. La partie antérieure de la pièce antérieure-externe droite.
72. Petite pièce antérieure médiane de la lèvre inférieure, vue par la face supérieure de la lèvre.
73. ♂. Poils du milieu de l'une des pièces paires internes. Dernier poil en arrière, c'est-à-dire le plus rapproché de la base (du côté droit et gauche) (?).
74. ♀. Poils de la région médiane de l'une des pièces paires internes.
75. ♂. Idem chez le mâle.



Humbert et Lunel del.

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

PLANCHE VI.

CRASPEDOSOMA RAWLINSII, Leach. (Page 30).

V, 1. L'animal, vu par-dessus, grossi 6 fois.
2. La tête et les 5 premiers segments du corps, vus de profil.
3. Les 7 derniers segments, vus de profil.
4. Une antenne.
5. ♀. La 1re paire de pattes.
6. La 25e paire de pattes.

Organes copulateurs.

Les organes copulateurs du *Cr. Rawlinsii* se composent d'une partie antérieure et d'une partie postérieure. Cette dernière consiste en une seule pièce d'une forme très compliquée, tandis que la partie antérieure est formée par trois pièces, dont deux impaires et une paire. (*Réd.*)

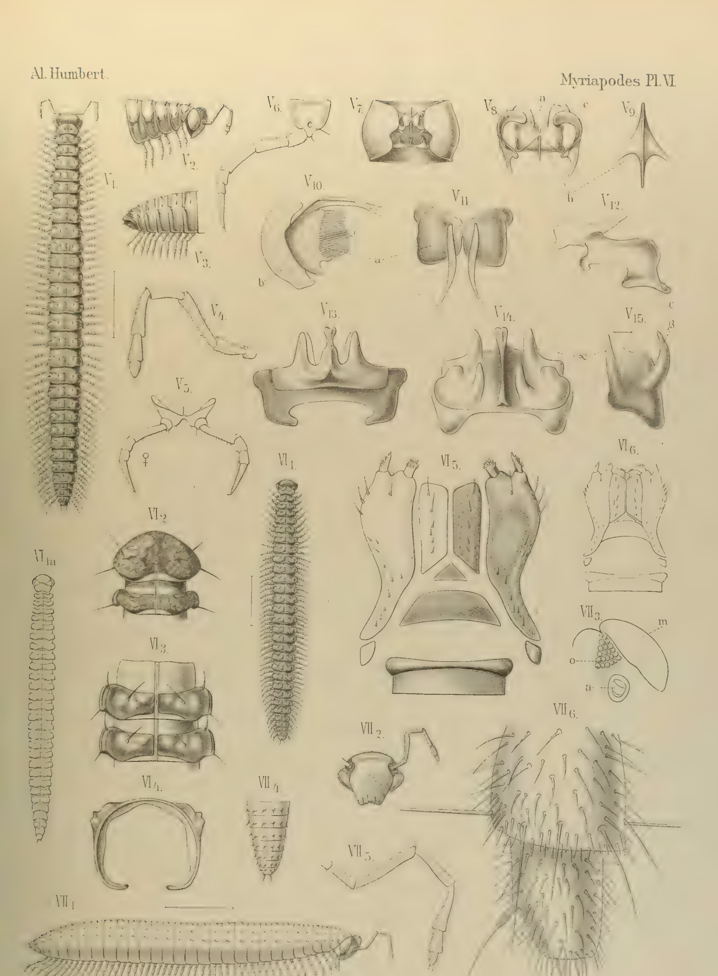
7. Le 7e segment, soit le segment copulateur, vu par-dessous.
8. La partie antérieure des organes copulateurs, vue par-dessus : — *a* pièce centrale. — *b*. pièce antérieure en forme de bréchet, — *c*. pièces latérales paires.
9. La pièce *b*, vue par sa face antérieure.
10. Les pièces *a* et *b*, vues de profil.
11. La pièce *a*, vue par-dessus.
12. La pièce *c* du côté gauche, vue de profil par sa face externe.
13. La partie postérieure des organes copulateurs, vue par derrière.
14. La même, vue par-devant et un peu par-dessus.
15. La même, vue de profil. — α. Apophyse postérieure médiane. — β. Apophyse antérieure droite.

ATRACTOSOMA, Sp.? (unicolor). (Page 41).

VI, 1. L'animal, vu par-dessus.
1*a*. Le même, pour mieux montrer les contours des segments.
2. La tête et le 1er segment, vus par-dessus.
3. Les 15e et 16e segments, vus par-dessus.
4. Un segment, vu par derrière (ou par devant?).
5. La lèvre inférieure désarticulée, et ses différentes pièces ayant été espacées.
6. Les mêmes, ses pièces étant *in situ*.

CHORDEUMA SYLVESTRE, C. Koch. (Page 36).

VII, 1. L'animal (dessiné d'après le frais), vu de profil.
2. La tête, vue par devant.
3. La plaque oculaire (*o*) gauche avec la mandibule (*m*) et la cavité de l'antenne (*a*).
4. Les 7 derniers segments, vus par-dessus.
5. Une antenne.
6. Les 5e et 6e articles de l'antenne, avec des bâtonnets sensitifs au bord distal du 5e et sur le pourtour du 6e. L'article 7e est rétracté : on n'en voit que les organes sensitifs (Les figures 5 et 6 sont faites d'après un individu frais ayant 47 paires de pattes).



Humbert et Lunel del.

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

PLANCHE VII.

CHORDEUMA SYLVESTRE, C. Koch (suite).

VII, 7. Le septième article de l'antenne avec ses organes sensitifs.

8. Organes sensitifs du même, fortement grossis. Coupe optique.

9. ♂. La première paire de pattes.

10. ♀. La même chez la femelle.

11. ♂. Le dernier article de la première paire de pattes.

12. ♀. Le même chez la femelle.

13 (♂), 14 (♀). Les crochets terminaux de la 1re paire de pattes.

15. ♂. La 2e paire de pattes.

16. ♂. L'article basilaire d'une patte de la 2e paire, vu par derrière, avec 7 cils qui manquent chez la femelle.

17 et 19. ♀. La 2e paire de pattes. (C'est par suite d'une méprise qu'on a reproduit deux fois cette figure.)

18. ♀. La 3e paire de pattes.

20. Patte du milieu du corps, vue par derrière.

21. L'une des épines (poils) des séries disposées sur les côtés des segments.

Organes copulateurs.

Les organes copulateurs de *Ch. sylvestre* se composent de pièces qui sont l'équivalent de 4 paires de pattes, à savoir de la 7e à la 10e. Les 7e et 10e paires ont conservé la nature de pattes et on peut les nommer *pattes transformées* pour les distinguer des *organes copulateurs proprement dits*. (*Réd.*)

Première paire des organes copulateurs (7e paire de pattes).

22. Appendices se trouvant immédiatement en arrière des pattes de la 6e paire, vus par derrière : — *a*, pièce impaire, réunissant les deux pattes transformées; — *b-e*, les articles de ces pattes; *e*, équivalant à 3 articles.

23. Les mêmes, vus par devant.

24. L'extrémité des appendices du côté droit.

25. Idem, du côté gauche.

2e paire des organes copulateurs (8e paire de pattes).

26. La 1e paire des organes copulateurs proprement dits, vue par devant.

27. La même, vue de profil du côté gauche.

28. La pièce paire latérale-interne (*c*), vue par devant.

29. La pièce paire latérale-externe (*b*) du côté gauche (face interne).

30. La même (face externe).

3e paire des organes copulateurs (9e paire de pattes).

31. La 2e paire des organes copulateurs proprement dits, vue par la face postérieure (?). (Préparation comprimée, *Réd.*)

32. La même, moitié droite, vue par sa face antérieure.

33. La pièce portant la *queue de renard* (côté droit), vue par devant.

34. L'extrémité de cette pièce, pour montrer les détails plus nettement.

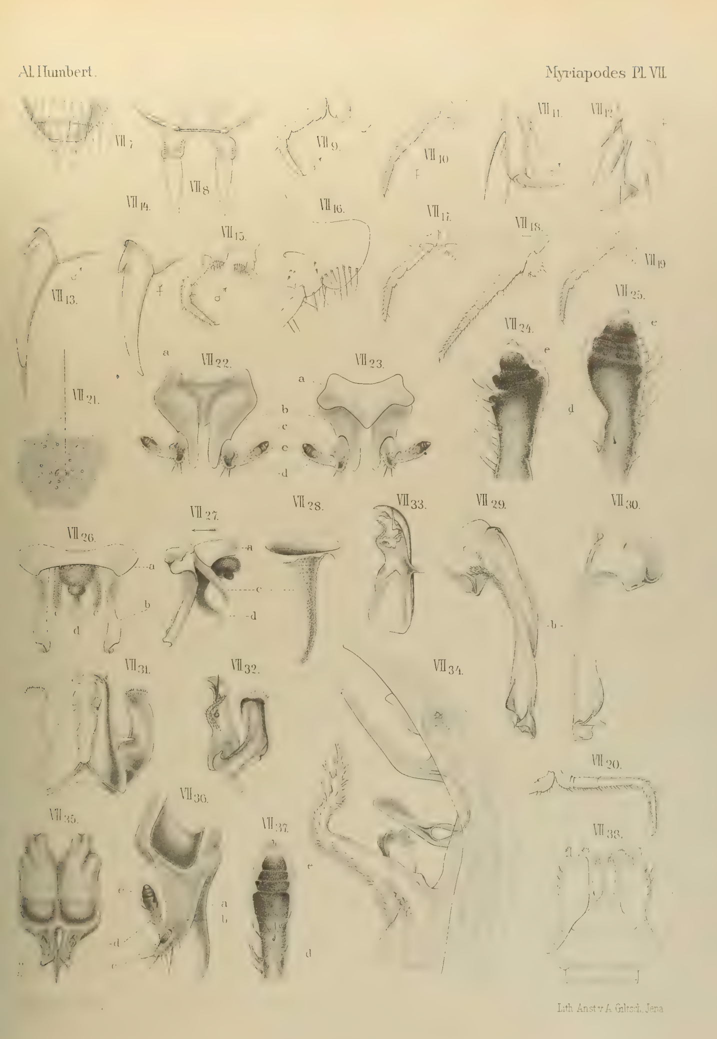
4e paire des organes copulateurs (10e paire de pattes).

35. Appendices (pattes transformées) se trouvant immédiatement en arrière des organes copulateurs proprement dits, vus par derrière.

36. La portion inférieure (distale) de la même paire, vue du côté droit.

37. L'extrémité de l'appendice. Dans la région *e* on peut distinguer 3 articles indistinctement séparés.

38. La lèvre inférieure, pièces *in situ*.



Lith Anst v A. Giltsch, Jena

PLANCHE VIII.

CHORDEUMA SYLVESTRE, C. Koch (suite).

VII, 39. La lèvre inférieure avec le collier; face externe. (Les pièces ont été écartées.)
40. ♂. Les pièces antérieures médianes de la lèvre; face externe.
41. ♂. Les mêmes, face interne. De chaque côté on remarque 21 impressions circulaires.

BLANJULUS FRAGARIARUM, Lam. (Page 43).

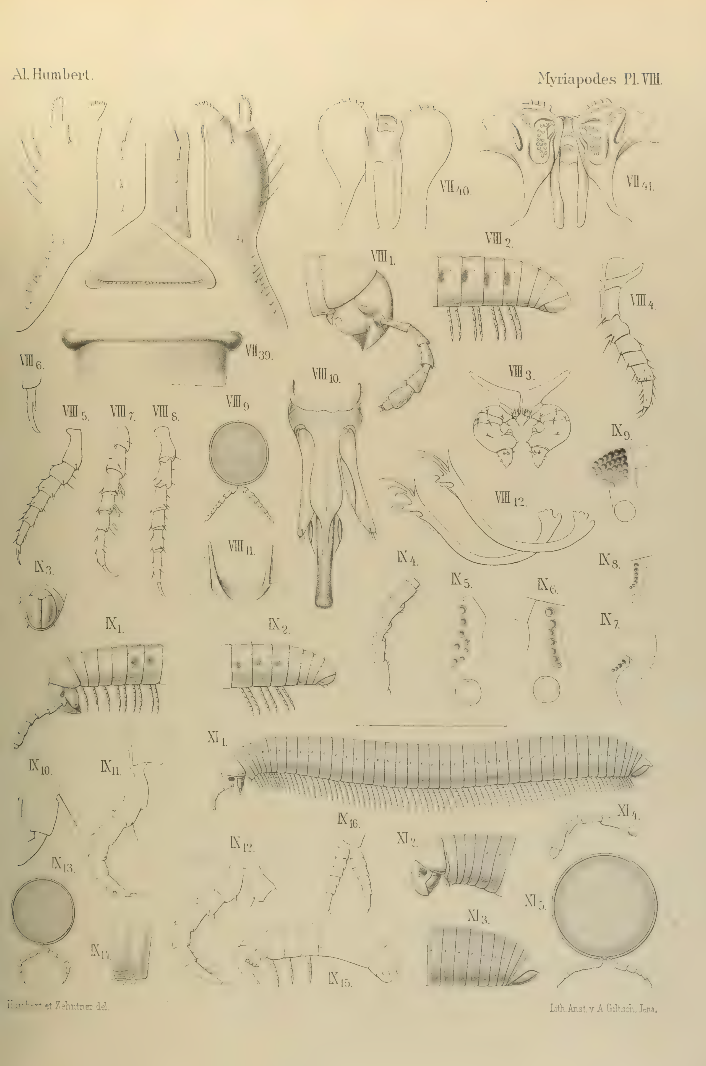
VIII, 1. ♂. La tête avec une antenne, fortement grossis, vus de profil.
2. Les 8 derniers segments du corps, vus de profil.
3. La première paire de pattes.
4. ♂ jeune. La 1re paire de pattes, vue par derrière.
5. ♀. La 2e paire de pattes.
6. ♀. L'ongle d'une patte de la 2e paire.
7. ♂. Une patte du milieu du corps.
8. ♀. Idem, pour montrer les différences sexuelles.
9. ♀. Un segment du milieu du corps avec ses pattes.
10. Les organes copulateurs antérieurs.
11. La pièce postérieure des organes copulateurs antérieurs.
12. Les organes copulateurs postérieurs.

BLANJULUS VENUSTUS, Meinert. (Page 47).

IX, 1. La tête et les premiers segments du corps, vus de profil.
2. Les derniers segments du corps, vus de profil.
3. Les valves anales, vues par-dessous.
4. Une antenne, fortement grossie.
5. Yeux et cavité de l'antenne du côté droit d'une ♀ ayant 37 segments.
6. Idem du côté gauche. (Même individu.)
7. La tête et les yeux d'un jeune individu ♀ ayant 25 segments; côté gauche.
8. Idem d'une ♀ ayant 35 segments; côté gauche.
9. Plaque oculaire gauche avec un nombre extraordinaire d'ocelles, provenant d'un individu ayant 33 segments, dont 3 apodes. Longueur, 7 mm., largeur 0,47-48 mm. (Figure se rapportant peut-être au *Julus punctatus*, Pl. XIV, fig. 9. — Cp. page 64 et 47 note.)
10. L'ongle de la première paire de pattes.
11. ♀. La 2e paire de pattes, vue par derrière.
12. ♀. La 3e paire de pattes.
13. Un segment du milieu du corps avec une paire de pattes.
14. Un segment du milieu du corps, vu de profil, pour montrer les stries latérales.
15. Jeune individu, trouvé sous une écorce de peuplier. (Page 50; Pl. XIV, fig. 6 *b*.)
16. Sa première paire de pattes.

JULUS RUTILANS, C. Koch. (Page 54).

XI, 1. L'animal, vu de profil.
2. La tête et les premiers segments du corps, vus de profil.
3. Les derniers segments du corps, vus de profil.
4. Une antenne.
5. Un segment du milieu du corps avec une paire de pattes.



Humbert et Zehntner del.

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

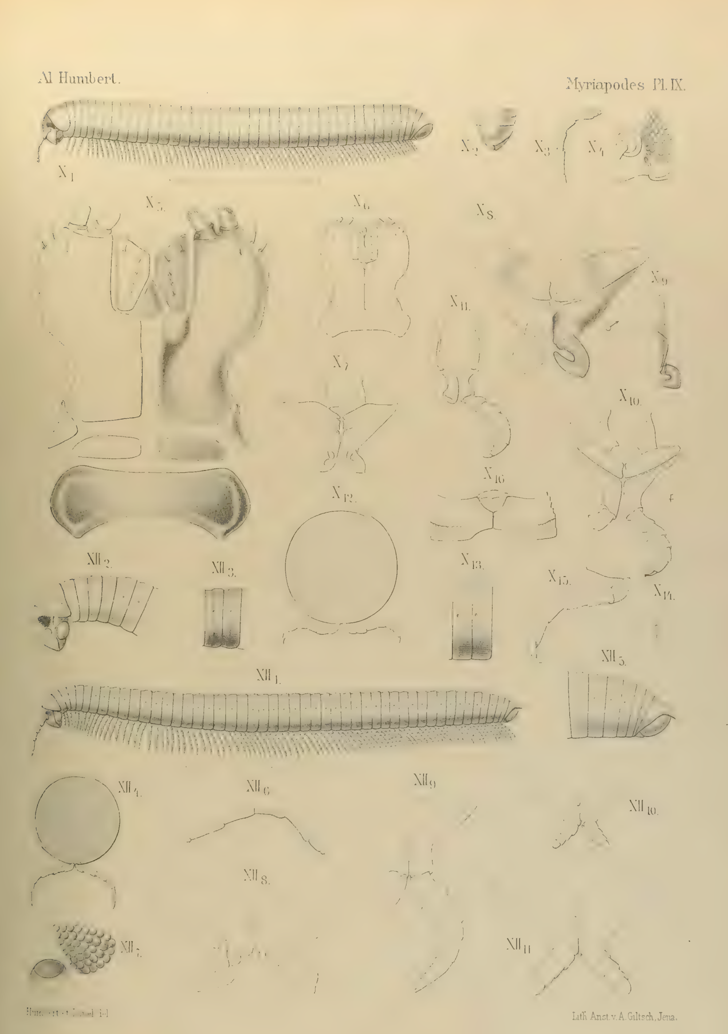
PLANCHE IX.

JULUS LONDINENSIS, Leach. (Page 50).

X, 1. L'animal ♀, vu de profil. Grossissement : 4,5.
2. Les 3 derniers segments du corps, vus par-dessus.
3. Une antenne.
4. La plaque oculaire et l'antenne ; côté gauche.
5. La lèvre inférieure ; ses pièces étant désarticulées. (Sur la pièce basilaire-postérieure on a représenté beaucoup trop de poils. En réalité il ne s'en trouve qu'un très petit nombre courts et très fins, en arrière et sur les côtés.)
6. La même, *in situ*.
7. ♂. La première paire de pattes d'un mâle.
8. ♂. La même, plus fortement grossie.
9. ♂. La même, vue de profil ; grossissement comme pour la fig. 7.
10. ♀. La première paire de pattes d'une femelle.
11. ♂. Idem d'un mâle.
12. Un segment du milieu du corps avec une paire de pattes, vu par derrière.
13. Deux segments du milieu du corps, vus de profil.
14. Un pore répugnatoire d'un segment du milieu du corps.
15. ♂. Une patte du milieu du corps, vue par derrière.
16. Le milieu du 7[e] segment vu en dessous, montrant les organes copulateurs incomplètement développés d'un individu ayant 41 segments et 67 paires de pattes.

JULUS ALBIPES, C. Koch. (Page 56).

XII, 1. L'animal, vu de profil ; grossi trois fois.
2. La tête et les premiers segments, vus de profil ; grossissement : 4,5.
3. Deux segments du milieu du corps, pour montrer les pores répugnatoires ; grossissement : 4,5.
4. Un segment et une paire de pattes du milieu du corps.
5. Les derniers segments du corps, vus de profil.
6. Une antenne.
7. Une plaque oculaire avec la cavité de l'antenne.
8. ♂ adulte. La première paire de pattes un peu comprimée pour étaler horizontalement les crochets. (Individu ayant 48 segments, dont les deux derniers apodes, et 85 paires de pattes.)
9. ♂. La première paire de pattes d'un jeune individu ayant 41 segments, dont les 4 derniers apodes, et 67 paires de pattes.
10. ♂. Idem d'un mâle demi-adulte offrant 45 segments et 79 paires de pattes.
11. La même figure, plus fortement grossie.



Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

PLANCHE X.

JULUS PUNCTATUS, Leach. (Page 61).

XIII, 1. La tête et les premiers segments du corps, vus de profil.
2. Les 8 derniers segments du corps, vus de profil.
3. Un segment du milieu du corps, avec une paire de pattes.
4. Deux segments du milieu du corps, vus de profil.
5. Un pore répugnatoire, fortement grossi.
6. ♀. Une patte du milieu du corps.
7. ♂. Partie de la 1re paire de pattes du mâle, vue par devant.
8. ♂ adulte. La 1re paire de pattes, vue par derrière.
9. Une antenne.

Voir aussi Pl. VIII, fig. IX, 9, et la note de la page 47.

JULUS SCANDINAVIUS (Linné), Latzel. (Page 65).

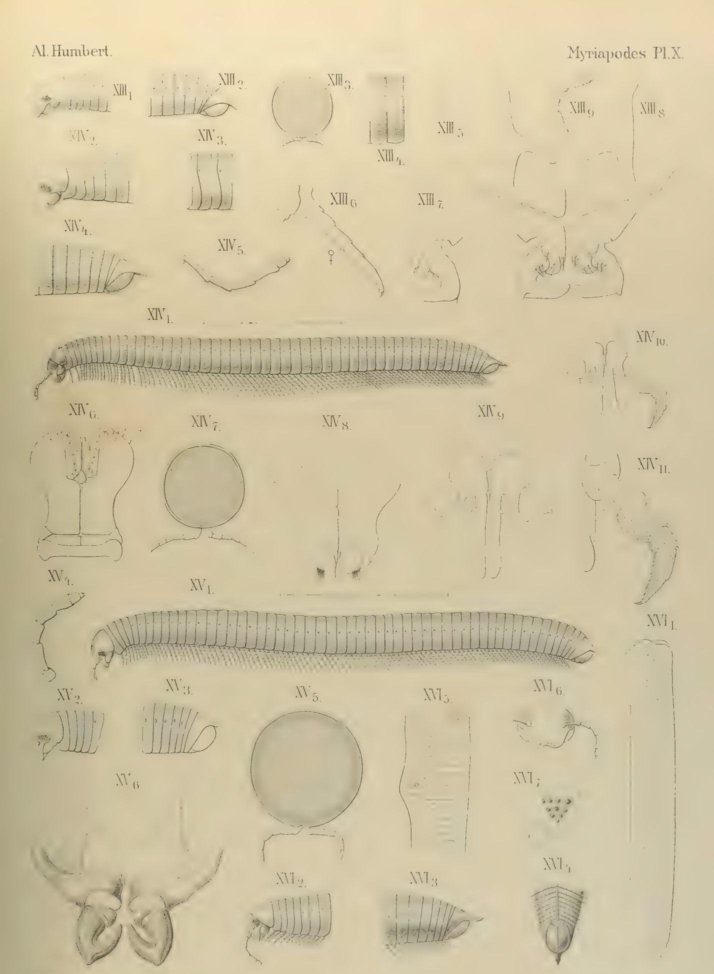
XIV, 1. L'animal, vu de profil; grossissement : 3.
2. La tête et les premiers segments du corps, vus de profil.
3. Deux segments du milieu du corps, vus de profil.
4. Les derniers segments du corps, vus de profil.
5. Une antenne.
6. La lèvre inférieure *in situ.*
7. Un segment du milieu du corps, avec une paire de pattes.
8. ♂ adulte. La première paire de pattes.
9. ♂ adulte. Partie basale de la 2e paire de pattes, pour montrer le prolongement du 1er article; vue par devant.
10. La même, avec la patte gauche entière.
11. La moitié de la même, vue par derrière.

JULUS BROTII, Humb. (Page 70).

XV, 1. L'animal, vu de profil.
2. La tête et les premiers segments du corps.
3. Les 8 derniers segments du corps.
4. Une antenne.
5. Un segment du milieu du corps avec une paire de pattes, vu par derrière.
6. La première paire de pattes du mâle.

JULUS BILINEATUS, C. Koch. (Page 75).

XVI, 1. L'animal, vu par-dessus.
2. La tête et les premiers segments du corps, vus de profil.
3. Les derniers segments du corps, vus de profil.
4. Les valves anales et les derniers segments du corps, vus par-dessous.
5. Fragment d'un métazonite du milieu du corps.
6. La tête, vue par devant.
7. Une plaque oculaire avec la cavité de l'antenne d'un individu ayant 29 segments et 39 paires de pattes.



Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

PLANCHE XI.

Glomeris marginata (Villers), Latr. (Page 83).

XVII, 1. L'animal, vu de profil et enroulé (au double de sa grandeur naturelle).

2. ♂. Le même, de grandeur naturelle.

3. La tête et l'antenne gauche, vues par devant.

4. ♂. La première paire de pattes, vue par derrière.

5. ♀. La 8e paire de pattes, vue par derrière.

6. ♂. La dernière paire de pattes précédent les organes copulateurs.

7. Le dernier article de la même.

Organes copulateurs ♂.

Les organes copulateurs du *Glomeris marginata* sont formés par deux paires de pattes transformées et qui occupent la place des deux dernières paires. On peut les appeler *pattes copulatrices.* La première paire est la plus petite, la 2me au contraire est énorme. (*Réd.*)

10. Les deux *pattes copulatrices*, vues par devant. On distingue la petite paire antérieure se présentant comme un appendice de la paire postérieure.

9. La première paire des organes copulateurs, vue par devant.

8. Le dernier article de ces organes, plus fortement grossi.

11. La 2e paire des organes copulateurs, patte droite.

12. L'extrémité du dernier article de la même, vue par derrière.

13. Les 1re (*a*) et 2e (*b*) pièces de la mandibule; la 2e (*b*), vue par-dessous, soit par sa face qui est en contact avec la lèvre inférieure.

14. La 2e pièce (*b*) de la mandibule, vue par sa face antérieure.

15. Les 3e et 4e pièces de la mandibule, vues par la face qui regarde la lèvre. Les pièces suivantes, qui portent les peignes ou cardes, continueraient la figure sur le côté gauche, si on les avait représentées.

16. Les mêmes, vues par la face externe.

17. La lèvre inférieure, ses pièces étant écartées les unes des autres.

18. La même, *in situ.*

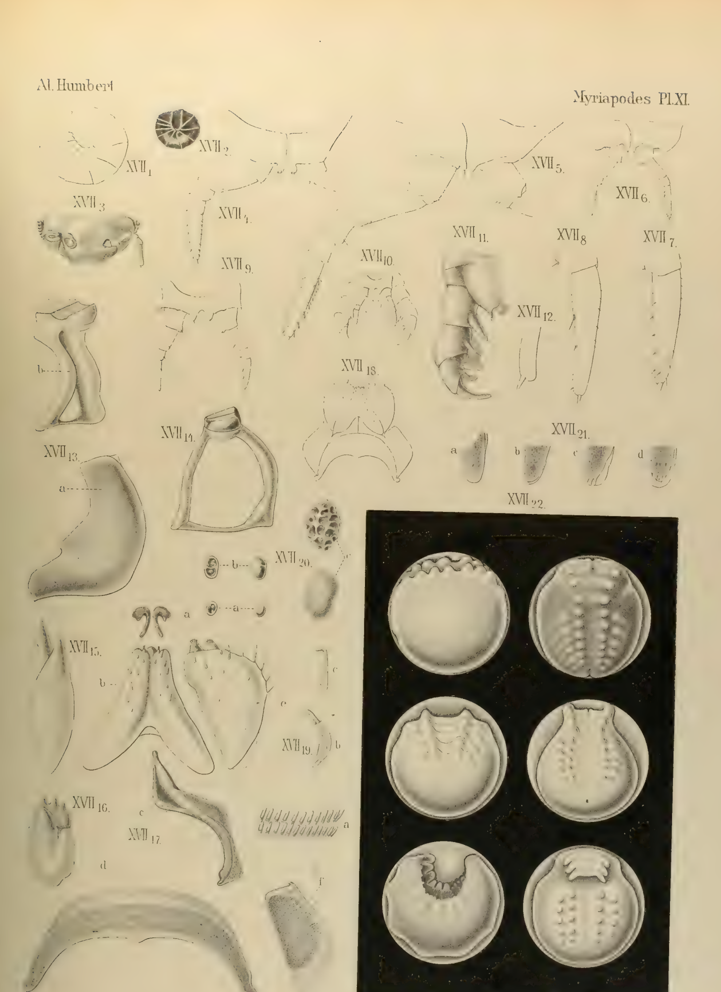
19. Dents qui se trouvent sur différents points du peigne de la mandibule : *a*, portion des 4e et 5e rangées, vue par-dessus (soit les extrémités apparentes en dessus de la membrane pectinifère). — *b*, dent isolée. La ligne * indique la membrane pectinifère percée par les dents (la partie apicale de ces dents est seule apparente; leur partie située en dessous de la ligne constitue leur racine); — *c*, partie apparente d'une dent des rangées tout à fait antérieures.

20. Figures se rapportant à la ponte du *Glomeris marginata*, représentant les boulettes ou capsules de terre, dans lesquelles les Glomeris renferment leurs œufs[1] : — *a*, boulette de grandeur naturelle, renfermant un seul œuf (à gauche en coupe longitudinale). — *b*, boulette double renfermant 2 œufs, séparés par une cloison (à gauche en coupe longitudinale). — *c*, boulettes grossies; la supérieure comme corrodée, offrant à sa surface de nombreuses impressions. On trouve des boulettes ayant cette apparence vers la fin de la saison de la ponte.

21. Quatre différents degrés de développement de l'antenne.

22. Ces figures ne portaient aucune indication de l'auteur. Elles représentent des degrés de développement du *Gl. marginata* dans l'œuf. N'ayant pu les contrôler *ad naturam*, nous préférons n'en donner ici aucune interprétation.

[1] Voir à ce sujet page 89, *Nota.*



Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

PLANCHE XII.

Polyxenus lagurus, Lin. (Page 90).

XVIII, 1. L'animal, vu en dessus.

2. Le même, vu en dessous.

3. Le même, moins fortement grossi et dépouillé de ses poils, vu en dessus.

4. L'un des ocelles, vu de profil, fortement grossi.

5. Fragment de la partie dorsale d'un segment, avec les poils de la double rangée transversale, le long du bord postérieur.

6. 18 poils de diverses régions du corps et de formes différentes : — *a-l*, poils probablement tous des touffes caudales. — *m* (?), *n-o*, Id. des touffes latérales. — *p*, Id. du devant de la tête. — *q*, Id. de la base d'une touffe caudale en dessus. — *r*, Id. du bord inférieur d'une touffe caudale. — *s*, Id. d'une région indéterminée.

7. La lèvre inférieure, vue par sa face interne (supérieure).

8. L'extrémité d'un des palpes labiaux de la lèvre inférieure.

9. La mandibule gauche, vue en dessous (figure inachevée).

10. Une antenne.

11. Organe sensitif à deux bâtonnets, situé à l'extrémité distale du 1er article des antennes.

12. Le même, vu obliquement par-dessous.

13. L'extrémité d'une antenne, fortement grossie). Pour faire mieux saillir le dernier article avec ses 4 organes sensitifs, on s'est servi du compresseur; il en est résulté que les articles ont été déformés).

14. L'un des bâtonnets sensitifs du dernier article des antennes.

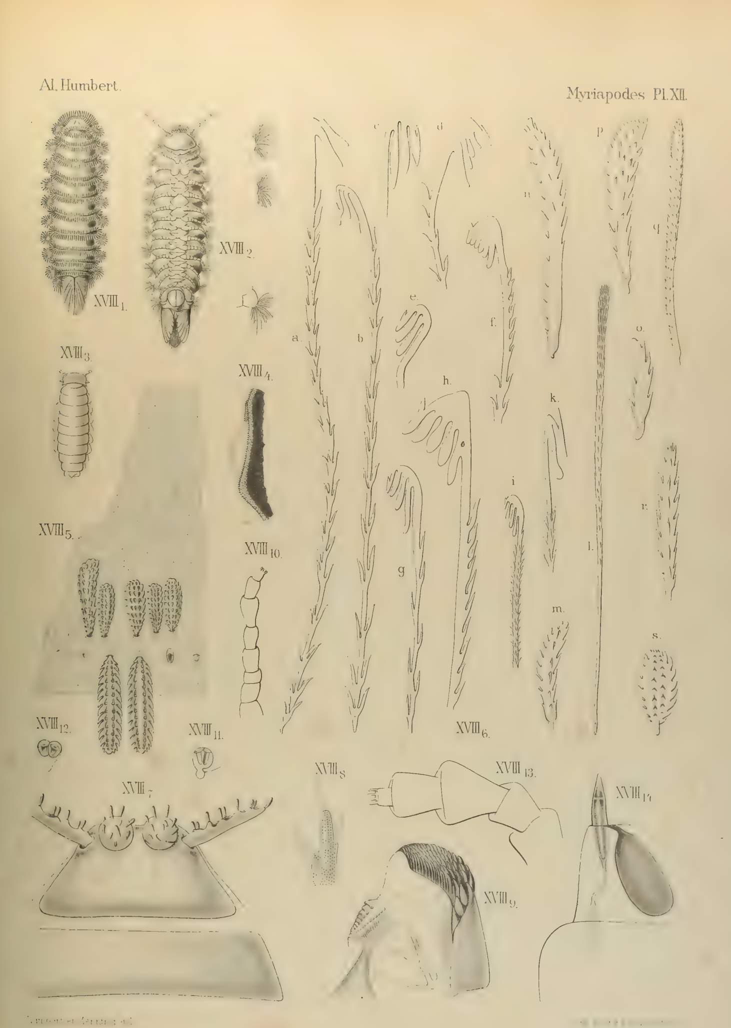

XVIII 1.
XVIII 2.
XVIII 3.
XVIII 4.
XVIII 5.
XVIII 6.
XVIII 7.
XVIII 8.
XVIII 9.
XVIII 10.
XVIII 11.
XVIII 12.
XVIII 13.
XVIII 14.
a.
b.
c.
d.
e.
f.
g.
h.
i.
k.
l.
m.
n.
o.
p.
q.
r.
s.

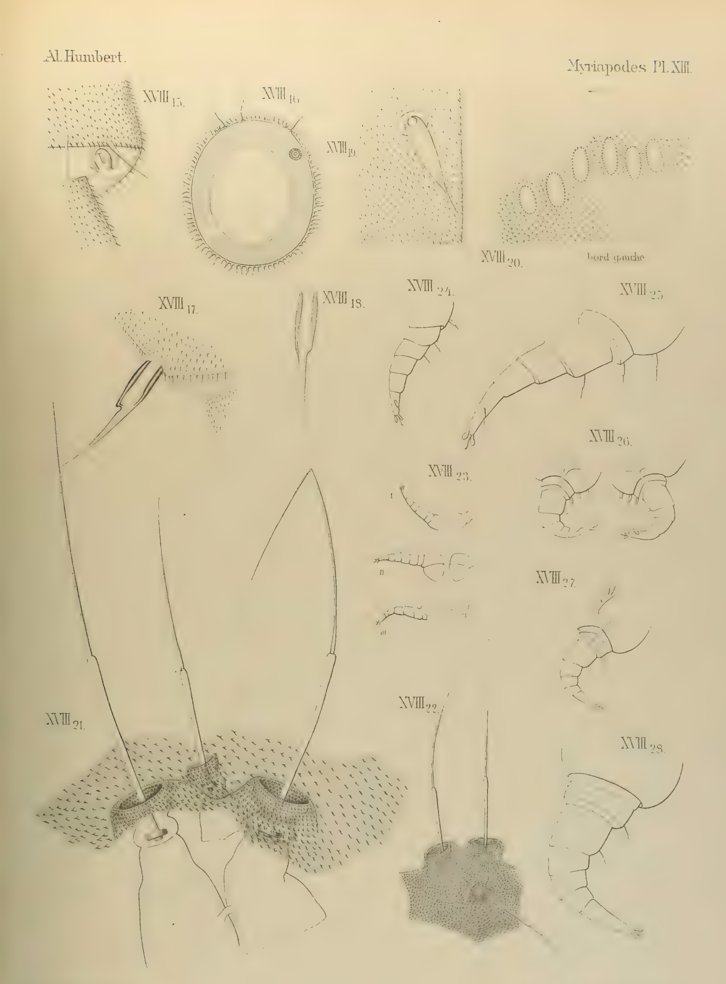
PLANCHE XIII.

POLYXENUS LAGURUS, L. (suite).

XVIII, 15. Organes sensitifs de l'extrémité du 3e article des antennes.
16. Le 3e article des antennes, vu en coupe par son extrémité distale.
17. Organe sensitif du 3e article des pattes de la 2e paire [1]. Coupe optique.
18. Le même, détaché de la patte et vu de côté.
19. Organe sensitif du dernier article des pattes de la 2e paire.
20. Les six aires glabres ovales du 4e segment du corps (côté gauche).
21. Les trois organes sensitifs situés de chaque côté de la tête.
22. Les mêmes, moins fortement grossis.
23. Les trois premières paires de pattes, vues par-dessous.
24. La première paire de pattes, vue par-dessous.
25. La même, vue par derrière.
26. La deuxième paire de patte ♀, vue par devant [2].
27. La troisième paire de pattes, vue par devant.
28. La même, vue par derrière.

[1] Le sexe n'est pas indiqué. (*Réd.*)

[2] A s'en rapporter à la description donnée par Latzel : *loc. cit.*, page 78, pl. III. fig. 29, cette paire de pattes devrait être celle d'un mâle. (*Réd.*)



Humbert et Lunel del.

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

page glued to following
page.

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
Tome XXXII. — N° 2

M. MICHELI

CONTRIBUTIONS
À LA
FLORE DU PARAGUAY

PIPÉRACÉES

PAR

C. DE CANDOLLE

GENÈVE
IMPRIMERIE AUBERT-SCHUCHARDT
1893

CONTRIBUTIONS

A LA

FLORE DU PARAGUAY

Les auteurs qui se sont occupés des plantes du Paraguay ont été jusqu'ici unanimes à reconnaître la très grande affinité qui existe entre la Flore de cette contrée et celle des provinces méridionales du Brésil. Or l'étude des Pipéracées récoltées au Paraguay par l'éminent explorateur feu BALANSA, m'a conduit au même résultat. En effet, sur les seize Pipéracées qu'il en a rapportées, quatre seulement sont des espèces nouvelles rentrant d'ailleurs dans des groupes abondamment représentés au Brésil, tandis que toutes les autres sont déjà connues pour faire partie de la Flore de ce pays. J'ai, il y a quelques années(1), publié les espèces du genre *Peperomia* de la collection BALANSA, à l'exception d'une seule dont on trouvera la description ci-après. Il me restait encore à faire connaître celles du genre *Piper* qui sont l'objet principal de ce nouvel écrit dans lequel je mentionne cependant aussi toutes les autres Pipéracées du Paraguay. Je dois, à cette occasion, indiquer les motifs qui m'ont, à mon grand regret, empêché de tenir compte du travail dans lequel M. DOMINGO PARODI (1) a déjà publié un assez grand nombre de Pipéracées récoltées par lui-même au Paraguay. Ses plantes ne sont malheureusement pas représentées dans les herbiers d'Europe et les diagnoses qu'il en a données sont d'ailleurs trop incomplètes pour pouvoir être comparées avec les échantillons de la collection Balansa. Bien qu'il dise avoir vu une partie de ceux-ci, M. PARODI ne cite pas

[1] Voir *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, tome XXVII, 2e partie.
[2] *Contribuciones a la Flora del Paraguay*, fasciculo tercero. Buenos Ayres, 1878.

leurs numéros. Cet auteur ne décrit jamais d'une manière complète les organes floraux et le plus souvent il les passe même entièrement sous silence. De plus il avoue n'être pas bien sûr que plusieurs des espèces qu'il décrit soient réellement nouvelles et il s'abstient de leur donner des noms spécifiques. Enfin il va jusqu'à désigner sous un même nom (*Piper Paraguayensis*) deux espèces qu'il considère pourtant comme distinctes. Cela étant, je n'ai vu d'autre parti à prendre que celui de citer, pour mémoire, à la fin de cet écrit, celles des espèces que M. Parodi a désignées sous des noms spécifiques, en indiquant, dans les rares cas où cela m'a été possible, les types déjà connus auxquels on peut les rapporter avec quelque sécurité.

PIPERACEÆ

PIPER L.

Sectio II, *Enckea* (C. DC. in Prodr. v. 16, 1).

1. P. MEDIUM (Jacq. ic-rar. I, p. 2, tab. 8). Frutex 2 m. altus.

In nemoribus prope Guarapi, junio florens (Balansa n. 4536 in Herb. Mus. Par., Boiss.)

In silvis *Santa-Barbara* (Balansa n. 2628 in Herb. Cand)., *Assomption* (Morang n. 692 in Herb. Columb. coll.).

Area geog. America intertropicalis, Antillæ.

2. P. CEANOTHIFOLIUM (Kunth. in H. et B, nov. gen. I, p. 56). Frutex 2-3 m. altus.

In paludibus prope *Assomption* (Balansa n. 2320 in Herb. Mus. Par., Cand.).

Area geog. America intertropicalis, Antillæ.

Sectio III. *Steffensia* (C. DC. l. c.).

1. P. GENICULATUM Sw. δ. *verrucosum* (C. DC., l. c., p. 267). Frutex 2-3 m. altus.

Ad ripas torrentium e Cordillera *Mbatobi* descendentium prope *Paraguari*, septembri florens (Balansa n. 4532 in Herb. Mus. Par., Boiss.)

Speciei area geog. America intertropicalis, Antillæ.

2. P. HIRSUTUM Sw. γ. *magnifolium* (C. DC. l. c., p. 276). Secus ripas torrentium ad septentrionem Cerro de San-Thomas (Balansa n. 4530 in Herb. Mus. Par., Boiss.). Frutex 75 cm. altus in ripis humidis et umbrosis *Rio Paraguay* ad *Assomption*. Januario florens (Balansa n. 2314 in Herb. Mus. Par., Cand., Boiss.), nemoribus paludosis ad *Uregua* (Balansa n. 3144, in Herb. cit.).

Speciei area geog. América intertropicalis, Antillæ.

3. P. GAUDICHAUDIANUM (Kunth olim). Frutex 1-2 m. altus cortice radicali acri et aromatica. In silvis ad *Coagazu* (Balansa n. 2315 in Herb. Mus. Par., Cand.), silvis ad orientem Cordilleræ Villafrancanæ septembri florens (Balansa n. 2316 in Herb. cit.), ripis humidis ac umbrosis fluminis *Rio Paraguay* prope *Assomption* (Balansa n. 2317 in Herb. cit.), silvis *Paraguari* (Balansa n. 2317[a] in Herb. cit.), vallibus humidis umbrosis ad *Salamandra* prope *Assomption* (Balansa n. 2318 in Herb. cit.), ripis torrentium e cordillera *Mbatobina*, septembri florens (Balansa n. 4529[a] in Herb. cit.). *Assomption* (Morong n. 705 in Herb. Columb. coll.).

Area geog. Brasilia, Paraguay.

4. P. FISHERIANUM (C. DC. in Prod. l. c. p. 277). Frutex 1 $^1/_2$ m. altus, amentis folii limbi dimidium superantibus a specie paullo discrepans.

In via Cordilleram adscendente ad septentrionem *Mbocaiati* prope *Paraguari* (Balansa n. 4529 in Herb. Mus. Par., Boiss.).

Area geog. Mexico, Paraguay.

5. P. AMPLECTENS (C. DC. l. c., p. 293). Frutex.

Area geog. Brasilia, Paraguay.

In locis paludosis ad *Uregua* (Balansa n. 3147 in Herb. Mus. Par., Cand.).

β *aromaticum* var. nov. (tab. 52), foliis brevissime petiolatis oblongo-ovatis basi subæquali cordulatis apice acute acuminatis supra scabre subtus molliter pubescentibus nervo centrali nervos utrinque 5 quorum inferos 2 e basi cæterosque vix ex $^1/_3$ longitudinis mittente, petiolo dense hirsuto, amentis longiuscule pedunculatis ipsis limbi dimidium parum superantibus apice obtusis, bracteæ pelta semilunari margine villosa pedicelloque villoso, bacca glabra.

In paludibus ad *Caaguazu*, marte florens (Balansa n. 2319 in Herb. Mus. Par., Cand.).

circiter 4 mm. crassa. Bractea in sicco flavescente villosa. Bacca subtetragona. Stylus nullus. Stigmata 3 linearia.

Frutex 1 $^1/_2$ m. altus, foliis aromaticis. Ramuli villosuli in sicco fuscescentes. Limbi ad 12 $^1/_2$ cm. longi et ad 5 $^1/_2$ cm. lati, in sicco rigiduli. Petioli vix ad 5 mm. longi. Pedunculi 1 $^1/_2$ cm. longi. Amenta ipsa ad 5 $^1/_2$ cm. longa in sicco.

6. P. CINERASCENS, sp. nov. (tab. 54, f. 1-5), foliis brevissime petiolatis lanceolato-ellipticis basi parum inæquali latere longiore subrotundatis breviore obtusis apice acuminatis acumine obtusiusculo supra junioribus pilosulis dein glabratis subtus præsertim ad nervos adpresse hirtellis, nervo centrali circiter mediumusque nervos adscendentes utrinque 5 alternos mittente, petiolo juniore hirtello, pedunculo glabro petiolum vix superante, amento florente limbi dimidium sat superante, bracteæ pelta triangulari margine in sicco cinerascente hirsuta pedicello angusto piloso, filamentis circiter ad medium ovarii insertis antheris subglobosis parvis, ovario vertice hirtello, bacca subtetragona vertice hirtella.

In valle umbrosa ad *Salamandra* prope *Assomption*, novembri florens (Balansa n. 2627 in Herb. Cand., Mus. Par.).

Ramuli glabri in sicco verruculis albidis obsiti, amentiferi circiter 3 mm. crassi in sicco subcinerascentes. Limbi ad 15 $^1/_2$ cm. longi ad 6 cm. lati in sicco membranacei opaci creberrime pellucido-punctulati. Petioli ad limbi latus longius vix 5 mm. longi. Amenta per anthesin circiter 4 mm. crassa. Stamina 4. Stigmata 3 linearia brevia. Bacca in sicco 1 mm. longitudine, $^1/_2$ mm. latitudine superans.

Species *P. hirsuti* SW., fere ubique in America intertropicali reperti certe proxima, limbis apice imo obtusiusculis ramulis glabris amentisque in sicco cinerascentibus tantum ab eo discedens et forsan ejus varietas.

7. P. MOLLICOMUM (Kunth olim). In nemoribus ad *Guarapi* (Balansa n. 3146 in Herb. Mus. Par., Cand.).

Area geog. America intertropicalis. Antillæ.

Sectio IV. *Carpunya* (C. DC. l. c.).

8. P. FULVESCENS (C. DC. in Thom. Morong et Britt. enum. of the plants, etc., p. 214), sp. nov. (tab. 53), foliis longiuscule petiolatis e basi æquali profunde

cordata ovato-rotundatis apice brevissime obtusiuscule acuminatis junioribus basi ima utrinque ad nervos hirtellis, adultis omnino glabris 13-plinerviis, nervo centrali supra basin circiter ex $^1/_6$ longitudinis nervum utrinque unum mittente lateralibus utrinque 4-5 e basi solutis, petiolo circiter ad $^2/_3$ longitudinis vaginante juniore dorso hirtello, pedunculo glabro quam petiolus circiter duplo breviore, amento florente limbum subæquante, bracteæ vertice obtuse triangulari carnosulo margine superiore ciliolato pedicello angusto dense villoso, bacca obpyramidato-trigona glabra vel inferne parce hirtella.

In locis paludosis ad *Uregua* (Balansa n. 3143 in Herb. Mus. Par., Cand.), ripis torrentium prope *Paraguari* in Cordillera *Mbatobi* (Balansa n. 4531 in Herb. Cand., Boiss.).

In *Assomption* (Morong n. 760 in Herb. Columb. coll.).

Ramuli glabri in sicco fulvescentes læves. Limbi in sicco firmi fulvescentes circiter ad 18 cm. longi basi ad 16 cm. lati, lobis basis discretis. Petioli 4-6 cm. longi. Amenta baccifera ad 6 mm. crassa haud mucronata. Stamina 3 filamentis diu inæquilongis, antheris quam filamenta adulta duplo brevioribus. Ovarium glabrum. Stigmata 3 linearia.

Species *P. Regnellii* (C. DC. in Prodr.) affinis, foliis profundius cordatis et bractea magis hirsuta ab eo distincta.

β *subglabrum*, ramulis et foliis parce pubescentibus.

In nemoribus vicinitatis *Villa-Ricæ* (Balansa n. 2321 in Herb. Mus. Par. Cand.).

γ *velutinum*, ramulis in sicco flavicantibus dense velutinis striolatisque, ad 6 mm. crassis, foliis utrinque dense velutinis 11-plinerviis, amento maturo folii dimidium superante.

In nemoribus paludosis ad *Uregua* (Balansa n. 3143 in Herb. Mus. Par., Boiss.).

PEPEROMIA Ruiz et Pav.

§ 2. *Stylus nullus. Bractea peltata.*

A. Folia alterna.

1. P. Balansana (C. DC. in *Mem. Soc. Phys.* v. XXVII, 2, p. 313, tab. X).
Ad *Villa-Rica* secus fluminum ripas humidas (Balansa n. 2309).

2. P. Barbarana (C. DC. l. c., p. 314, tab. XI).
In silvis ad *Santa Barbara* (Balansa n. 2311), *Caballero* (Morong n. 393 in Herb, Columb. coll.).

3. P. urocarpa (Fish. et Mey. ; C. DC. in *Prodr.* v. 16, 1, p. 433). In truncis muscosis arborum, in silvis *Caaguazu*, marte florens (Balansa n. 2308 in Herb. Cand.), ripis humidis fluminum ad *Villa-Rica*, septembri florens (Balansa n. 2309 in Herb. Cand.).

4. P. nummularifolia (Kunth in H. et B, nov,gen. I, p. 66).
In *Caballero*, januario florens (Morong n 393 in Herb. Columb. coll.).

B. Folia opposita.

5. P. pseudo-dindygulensis (C. DC. l. c., p. 307, tab. 1).
Prope *Santa Barbara* ubi in silvis humidis (Balansa n. 2626). Ad *Pilcomayo* flum., marte florens (Morong n. 945 in Herb. Columb. coll.).

6. P. radicans (C. DC. l. c., p. 309, tab. 2).
Prope *Assomption*, ubi ad vias umbrosas (Balansa n. 2312) = ? *P. globulifera* (P[di] Contr., fasc, 3, p. 104). Ad *Pilcomayo* flum., marte florens (Morong n. 1545 in Herb. Columb. coll.).

7. P. cyclophylla (C. DC. in *Prodr.* v. 16, 1, p. 244). β *parvifolia*, limbis diametro 5 mm. haud superantibus.
In arborum truncis, ad *Guarapi* (Balansa n. 3151 in Herb. Mus. Par.), prope *Paraguary* et *Peribery* (Balansa n. 2305, 4534 in Herb. Mus. Par., Cand.).
Area geog. Peruvia orientalis, Brasilia, Panama, Paraguay.

C. Folia verticillata.

8. P. reflexa (*Dietr. sp.* 1, p. 180, C. DC. in *Prodr.* l. c., p. 451). In arboribus silvarum ad orientem Cordilleræ Villafrancanæ (Balansa n. 2310 in Herb. Cand.).

9. P. psilostachya, sp. nov. (tab. 54, f. 6-9), foliis ternis quaternisve brevissime petiolatis rotundato-rhombeis utrinque acutiusculis inconspicue 3-nerviis supra

glabris subtus subtillime puberulis; amentis terminalibus, longe pedunculatis cum pedunculis folium pluries superantibus glabris, ipsis quam pedunculi brevioribus densifloris, ovario immerso.

In arborum truncis ad *Cerro d'Acahy* (Balansa n. 4533 in Herb. Mus, Par., Boiss.).

Herba repens caulibus puberulis in sicco coriaceis vix 1 mm. crassis. Limbi in sicco coriacei opaci, ad 1 cm. longi et ad 8 mm. lati. Petioli vix 2 mm. longi. Pedunculi 5 cm. longi. Amenta ipsa 1 cm. longa. Ovarium apice obtusum. Stigma terminale minutum.

Species *P. Boliviensis* (C. DC.) proxima, foliis minoribus, pedunculisque multum longioribus ab ea discrepans, *P. reflexam* (*Dietr.*) quoque referens sed ab ea amentis glabris ac ovarii forma recedens.

Liste des espèces nommées par M. Parodi.

PIPER L.

P. yaguarundi P[di] (Cont., fasc. 3, p. 396) = ? P. geniculatum SW.
P. Paraguayensis P[di] (l. c., p. 97) = ? P. medium Jacq.
P. lepidotum P[di] (l. c.).
P. Paraguayensis P[di] (l. c., p. 99).
P. articulosum P[di] (l. c., p. 101).

PEPEROMIA Ruiz et Pav.

P. lenticularis P[di] (l. c., p. 102).
P. globulifera P[di] (l. c., p. 103) = ? P. radicans C. DC. in *Mem. Soc. Phys.*, v. XXVII, p. 308, tab. II.
P. Paraguayensis P[di] (l. c., p. 104),
P. rigida P[di] (l. c.), verisimiliter = P. galioides Kunth.
P. Schneepeana P[di] (l. c.).



Bergeron, Herincq. del et lith.

Imp. Edouard Bry Paris

PIPER AMPLECTENS, B. AROMATICUM. C.DC.



B. Bergeron, Herincq del et lith

Imp. Edouard Bry, Paris

P. FULVESCENS C. DC.



B Bergeron, Herincq del. et lith. Imp Edouard Bry. Paris.

PIPER CINERASCENS C. DC. (Fig. 1-5.) — PEPEROMIA PSILOSTACHYA C. DC. (Fig. 6-9)

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
TOME XXXII. — 1re partie. — No 3.

CATALOGUE RAISONNÉ
DES
ÉCHINODERMES

RECUEILLIS PAR M. V. DE ROBILLARD A L'ILE MAURICE

PAR

P. DE LORIOL

III. OPHIURIDES ET ASTROPHYTIDES

GENÈVE
IMPRIMERIE AUBERT-SCHUCHARDT
1893

CATALOGUE RAISONNÉ

DES

ÉCHINODERMES

RECUEILLIS PAR M. V. DE ROBILLARD A L'ILE MAURICE

III. OPHIURIDES, ASTROPHYTIDES ET CRINOIDES

Depuis quelques années, j'ai publié successivement, dans les Mémoires de la Société, d'abord le catalogue des Échinides de l'île Maurice (vol. 28) puis celui des Stellérides (vol. 29). Je viens maintenant compléter le tableau des Échinodermes de cette île en décrivant les Ophiurides et les Astrophytides qui sont parvenus à ma connaissance. Le nombre en est restreint, il se monte à 29 espèces seulement, sur lesquelles 12 sont décrites ici pour la première fois; mais il faut se souvenir que Robillard ne se procurait guère que les espèces littorales, et qu'il n'a jamais pêché qu'à une très faible profondeur.

Malheureusement, je n'ai eu à ma disposition que des exemplaires desséchés; toutefois, comme ils ont été très bien préparés par Robil-

lard, leurs caractères se présentent d'une manière très suffisamment nette pour être parfaitement reconnaissables, et pour permettre des déterminations correctes.

La classification des Ophiurides n'étant point encore suffisamment établie, j'ai décrit les espèces dans l'ordre adopté par M. Lyman dans son grand ouvrage « Voyage of the Challenger. Ophiuridæ. »

Je ne puis citer qu'une seule espèce appartenant aux Crinoïdes, c'est l'*Antedon carinata* Lamarck. J'en ai fait mention à la suite des Astrophytides.

Quant aux Holothuries, je ne m'en suis point occupé jusqu'ici, et je ne sais si je pourrai un jour étudier celles de l'île Maurice.

Je voudrais, en terminant ce catalogue, rendre un dernier hommage à M. de Robillard, qui n'est plus, et dont les recherches ont beaucoup contribué à faire connaître les richesses de la faune marine de l'île Maurice.

Ophiopeza fallax, Peters.

Pl. XXIII, fig. 1.

SYNONYMIE.

Ophiopeza fallax, Peters, 1851, Uebersicht der an der Küste Mossambique gesamm. Ophiuren, Bericht über die Verhandl. d. k. preuss. Akad. der Wissensch. 1851, p. 465.

Id. Peters, 1852, Ueber neue Ophiuriden aus der Küste v. Mozambique, Archiv. f. Natur Geschischte, 18e Jahrg., I, p. 84.

Id. Lyman, 1865, Ophiuridæ u. Astrophytidæ, Ill. Cat. Mus. Comp. Zoology, I, p. 39.

Id. Ljungmann, 1866, Ophiuroidea, viv. huc usque cognita, K. Vetenskaps Akad. Förhandl., 1866, p. 305.

Id. Lutken, 1869, Additamenta ad hist. Ophiuridarum, III, p. 17.

Id. v. Martens, 1870, die Ophiuriden des indischen Ocean, Archiv. fur Naturg., 38e Jahrg., p. 244.

Id. v. Martens, 1872, Seesterne und Seeigel, in v. Deckens, Reiser in Ost Afrika, III, p. 129.

Id. Lyman, 1874, Ophiurideæ and Astrophytideæ, new and old, Bull. Mus. comp. Zoology at Harvard Coll. vol, 3, n° 10, p. 221.

Id. Lyman, 1880, A preliminary list of the living Ophiur. and Astroph., p. 2.

Ophiopeza fallax, Lyman, 1882, Report on the results of the Voy. of the Challenger, T. V. Zoology. Ophiuroidea, p. 13.

Id. Th. Studer, 1882, Ophiuriden der Reise der Gazelle, p. 4, Abhandl. der Berlin. Akad. Wiss. für 1882.

Id. J. Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des indischen Archipels, Zeitsch. f. wiss. Zool., T. 47, p. 471.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	7 mm.
Longueur des bras à partir du disque	28
Épaisseur des bras au pourtour	1 3/4

Disque subpentagonal, couvert d'une peau non revêtue d'écailles, mais très finement granuleuse en dessus et en dessous ; les granules sont d'une finesse extrême et paraissent de même partout. On distingue assez vaguement sur le pourtour, mais sous la peau, une série d'écailles arrondies, plates, paraissant imbriquées, au nombre de 6 à 7 dans chaque espace interbrachial. Les plaques radiales sont entièrement cachées.

Plaques buccales un peu plus larges que hautes, arrondies en dehors, un peu rétrécies sans être acuminées en dedans, avec un angle faiblement indiqué, quoique distinct, de chaque côté ; le corps madréporique est légèrement déprimé et peu étendu. Aucune trace de plaque supplémentaire. Plaques buccales latérales petites, subtriangulaires, un de leurs côtés est contigu à la plaque buccale, un autre à la première plaque ventrale des bras, le troisième est libre. On compte dix papilles buccales de chaque côté de l'un des angles buccaux, les deux ou trois externes sont larges et obtuses, les autres plus étroites et plus pointues. Au-dessous de chaque pile dentaire il y a une papille impaire, celle-ci et ses deux voisines sont un peu plus longues que les autres. L'intervalle assez grand entre les séries de papilles buccales et la plaque buccale est occupé par des petits granules très serrés, peut-être un peu plus grossiers que ceux du disque.

Cinq bras grêles, un peu carrés, assez plats en dessus, élevés sur les côtés et un peu convexes en dessous. Leur base est recouverte, sur la face dorsale, par un prolongement assez étendu de la peau, de sorte qu'ils ne paraissent pas sortir d'une échancrure du disque. Les deux premières plaques dorsales sont plus larges que hautes, à peu près quadrangulaires ; la troisième est un peu trapézoïde, les suivantes le deviennent toujours plus, les deux côtés latéraux rentrant toujours davantage ; enfin, vers la onzième, les plaques deviennent tout à fait

cordiformes, et, à quelque distance de l'extrémité. les deux côtés latéraux se réunissent de manière à former une pointe adorale aiguë. La première plaque ventrale est plus large que haute, scutiforme, avec une pointe adorale qui semble entrer dans la fente buccale ; les suivantes sont subquadrangulaires, un peu plus hautes que larges, un peu échancrées sur les côtés et légèrement rétrécies en arrière. Ce rétrécissement augmente sensiblement et finit par devenir une pointe vers l'extrémité du bras, le bord aboral restant toujours convexe. Plaques latérales épaisses, élevées ; en avançant vers l'extrémité elles empiètent toujours plus en dessous et en dessus. Piquants latéraux au nombre de 12 à 13, presque égaux, coniques, pointus, très courts, atteignant à peine le tiers de la hauteur de la plaque contre laquelle ils sont exactement appliqués. Deux écailles tentaculaires, dont l'interne est notablement plus longue ; l'externe est appliquée sur la base du premier piquant ; à l'extrémité des bras on n'en distingue plus qu'une seule.

Couleur jaune verdâtre en dessus, pâle en dessous ; les bras vaguement annelés de foncé ; la troisième plaque dorsale, dans chaque bras, est d'un rouge brun.

Rapports et différences. L'exemplaire décrit correspond fort exactement aux caractères donnés par Peters. Je n'ai pu admettre la manière de voir de M. Lütken, qui a décrit, sous le nom d'*Oph. fallax*, une espèce des îles Fidji qui possède des plaques buccales supplémentaires. Je lui ai donné ailleurs le nom d'*Ophiopezella Lutkeni*.

Genre OPHIOPEZELLA Ljungmann.

Disque subpentagonal, non échancré à l'insertion des bras, revêtu d'une peau assez épaisse couverte de granules microscopiques. Cette peau recouvre des petites écailles arrondies, séparées, écartées, dont une série, plus développée, forme une bordure au pourtour du disque. Plaques buccales pourvues de petites plaques externes supplémentaires.

Voisin du genre *Ophiopeza* Peters, le genre *Ophiopezella* en diffère essentiellement par la présence de plaques buccales supplémentaires. Il diffère du genre

Pectinura par son disque revêtu d'une peau et couvert, non d'écailles serrées, et le plus souvent imbriquées, mais de petites plaques arrondies, écartées, dont une série plus développée forme une bordure au pourtour du disque.

Ce genre *Ophiopezella*, créé par Ljungmann pour une espèce des îles Fidji rapportée à tort à l'*Ophiopeza fallax*, me paraît devoir être conservé, et former une coupe naturelle qui se rapproche bien plus des *Ophiopeza* que des *Pectinura ;* le revêtement différent du disque, dont le bord n'est pas échancré pour l'insertion du bras, l'éloigne de ces derniers. M. Lyman ne l'a pas adopté ; il lui rapporte, en synonymie, l'*Ophiarachna spinosa* Ljungmann ; je ne connais cette espèce que par la brève description de cet auteur, qui ne l'a pas rapportée à son genre *Ophiopezella.* Ljungmann n'a pas indiqué une espèce comme type, mais il dit : « *Ophiopeza* Lutken, *non* Peters *nec* Lyman ; *Ophiarachna* Ljungm. ex parte. » Je crois très probable que son type, ou du moins l'un de ses types, est l'espèce des Fidji, pourvue de plaques buccales supplémentaires, rapportée à tort par Lutken à l'*Ophiopeza fallax*, et à laquelle j'ai donné le nom d'*Ophiopezella Lutkeni.*

OPHIOPEZELLA DUBIOSA, P. de Loriol, 1893.

Pl. XXIII, fig. 2.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	8 mm.
Longueur des bras à partir du disque	49
Diamètre du bras à l'origine	2

Disque pentagonal, nullement échancré à l'insertion des bras, un peu convexe en dessus, revêtu d'une peau assez épaisse sous laquelle on distingue des petites écailles arrondies, paraissant assez uniformes, un peu convexes, séparées, et non imbriquées. Sur le pourtour se trouve une rangée très distincte de petites plaques arrondies, régulières, égales entre elles, convexes, tuberculiformes, au nombre de douze à treize de chaque côté. Toute la surface est couverte d'une granulation excessivement fine, microscopique, serrée, tant sur la face dorsale que sur la face ventrale. Les plaques radiales ne sont point visibles. elles paraissent avoir été, en tout cas, fort petites.

Plaques buccales petites, régulièrement cordiformes, plus longues que larges, coupées droit sur les côtés, légèrement échancrées sur le bord externe, très rétrécies, même acuminées en dedans. Au milieu de la plaque se distingue une dépression longitudinale. Le corps madréporique est assez grand et enfoncé; la plaque qui le porte est un peu plus grande que les autres et anguleuse sur les côtés, en forme de fer de lance. Une petite plaque supplémentaire semi-circulaire, très distincte, occupe l'échancrure du bord aboral de chacune des cinq plaques buccales. Les plaques buccales latérales sont bien plus longues que larges; elles ont la forme d'un triangle inéquilatéral dont le grand côté, appliqué contre le bord latéral de la pièce buccale, est presque aussi long, un autre des petits côtés touche la première plaque ventrale du bras. Huit papilles buccales de chaque côté de l'angle buccal, les deux externes sont plus grandes, obtuses, les autres plus fines et plus pointues. Le petit triangle libre entre les pièces buccales et les séries de papilles buccales est couvert de granules plus grossiers que ceux du disque.

Les bras sont relativement longs, grêles, subcylindriques, très graduellement effilés ; leur longueur égale au moins six fois celle du diamètre du disque. La première plaque dorsale est en partie cachée sous la peau du disque, la seconde est à peu près rectangulaire, bien plus large que haute; la troisième est cordiforme, un peu plus haute que large, très rétrécie en arrière, à peu près droite sur le bord aboral, près duquel existe toujours une légère dépression, rectiligne sur les deux côtés latéraux, qui sont très rentrants. Dans tous les autres articles, elles ont la même forme. Ces plaques dorsales sont petites et le deviennent toujours davantage par suite d'un empiètement graduel et toujours plus fort des plaques latérales, qui, vers l'extrémité du bras, finissent par former entièrement sa face dorsale. Les plaques ventrales sont un peu plus longues que larges ; la première est semi-circulaire, anguleuse de chaque côté, avec une projection postérieure, brusque, aiguë, qui entre dans la fente buccale ; les cinq ou six suivantes sont subquadrangulaires, légèrement évidées sur les côtés, très convexes en avant, et un peu imbriquées ; plus loin, elles commencent à se rétrécir en arrière en s'écartant, pressées par les plaques latérales; en arrière, ce rétrécissement, qui finit par devenir une pointe aiguë, devient toujours plus sensible, en même temps que les plaques deviennent plus petites, les plaques latérales empiétant toujours davantage, comme pour la face dorsale. Plaques latérales très grandes dès la première, épaisses, comme imbriquées. Neuf piquants latéraux très fins, très grêles, aigus, sensiblement égaux

entre eux, atteignant à peine la moitié de la longueur de la plaque qui les porte. Deux écailles tentaculaires, l'interne ovale, beaucoup plus longue ; l'externe petite, appliquée vers la base du premier piquant latéral ; elles se maintiennent sur la plus grande partie du bras, mais, vers l'extrémité, elles tendent à devenir subégales et pointues ; à la fin, il n'y en a plus qu'une.

Couleur vert jaunâtre, les bras irrégulièrement annelés de foncé.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. Il n'a été recueilli qu'un seul exemplaire de cette espèce. Il offre des rapports assez étroits avec l'*Ophiopeza fallax* Peters, mais il s'en distingue sans peine, d'abord par la présence de plaques buccales supplémentaires, puis par ses bras beaucoup plus longs, subcylindriques, grêles, ayant une longueur égale à six fois, au moins, le diamètre du disque, au lieu de quatre fois, puis par des plaques buccales de forme très différente ; les piquants latéraux sont aussi moins nombreux, plus fins et plus longs, et il y a moins de papilles buccales.

OPHIOLEPIS CINCTA, Muller et Troschel.

SYNONYMIE.

Ophiolepis cincta,	Muller et Troschel, 1842, System. der Asteriden, p. 90.
Id.	Peters, 1851, Uebersicht der an der Küste Mossambique gesammelten Ophiuren, Bericht über die Verhandlungen der k. preuss. Akad. d. Wissenschaft, zu Berlin, 1851, p. 466.
Id.	Peters, 1852, Ueber neue Ophiuren von Mossambique, Archiv für Naturgeschichte, 18. Jahrgang, I, S. 86.
Id.	Lütken, 1859. Additamenta ad hist. Ophiuridarum, p. 101, pl. 2, fig. 6.
Ophiolepis Garretti,	Lyman, 1862, Proc. Boston, Soc. of nat. hist. v. 8, p. 77.
Id.	Lyman, 1865, Ophiuridæ and Astrophytidæ, Ill. Catalogue of the Mus. of Comp. Zoology, n° 1, p. 61, pl. 2, fig. 4.
Ophiolepis cincta,	Lyman, 1865, Ophiuridæ and Astrophytidæ, Ill. Catalogue of the Mus. of Comp. Zoology, n° 1, p. 60.
Ophiolepis Garretti,	Ljungmann, 1866, Ophiuroidea viventia huc usque cognita, Kongl., Vetenskaps Akad. Förhandlingar, 1866, n° 9, p. 306.
Ophiolepis cincta,	Ljungmann, 1866, Ophiuroidea viventia huc usque cognita, Kongl., Vetenskaps Akad. Förhandlingar, 1866, n° 9, p. 306.
Id.	v. Martens, 1869, Seesterne und Seeigel, in v. Decken, Reisen in Ost-Afrika, III, p. 129.
Id.	v. Martens, 1870, Die Ophiuriden des indischen Oceans. Archiv. für Naturgeschichte, 36. Jahrgang., S. 245.

Ophiolepis cincta,	E. Gray, 1872, List of Echinod. collected by Mrs. Andrew in the Gulf of Suez, Ann. and Mag. of nat. hist. 4e série, vol. X, p. 117.
Id.	Lyman, 1880, A preliminary list. of the living Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 4.
Id.	Lyman, 1882, Report of the Voyage of the Challenger, Ophiuroidea, p. 19, pl. 37, fig. 7-9.
Id.	et *var. nigra*, Th. Studer, 1882, Ophiuriden der Reise der Gazelle, p. 7, Abh. d. k. Akad. d. Wiss. z. Berlin.
Id.	v. Marktanner, 1887, Beschreibung neuer Ophiuren, Annalen d. k. k. Naturg. Hofmuseum, II, p. 294.
Id.	Martin Duncan, 1887, On the Ophiuridæ of the Mergui Archipel, Linnean Soc. Journal Zoology, vol. 21, p. 86.
Id.	Brock, 1888, Die Ophiuriden Fauna des indischen Archipels, Zeitsch. für wiss. Zool., vol. 47, p. 475.
Id.	Jeffrey Bell, 1888, Echinoderms from Tuticorin, Proc. Zool. Soc. London, 1888, p. 388.
Id.	Döderlein, 1889, Die Echinodermen v. Ceylon von Dr Sarasin, gesammelt Zool. Jahrbücher, T. III, p. 831.

Les exemplaires de cette espèce envoyés de l'île Maurice sont en petit nombre, mais bien typiques. Le diamètre du disque n'excède pas 16 mm., mais la longueur relative des bras peut varier considérablement. Dans un même exemplaire, on voit un bras ayant une longueur égale à 4 $^1/_2$ fois le diamètre du disque, un autre 5 fois, un autre 5 $^1/_2$ fois. Dans un autre exemplaire, le bras le plus court a deux fois le diamètre du disque, le plus long un peu plus de 2 $^1/_2$ fois. Je remarque une petite pièce intercalée entre les deux extrémités internes des plaques buccales latérales, cela dans deux exemplaires seulement. Les mâchoires sont singulièrement courtes; dans certains exemplaires, la plupart des papilles buccales s'appuyent directement sur les plaques buccales latérales dont la forme est assez variable.

La couleur des individus de Maurice est grisâtre, ou bien jaunâtre avec les bras annelés de brun.

OPHIOLEPIS ANNULOSA, Muller et Troschel (Blainville)

SYNONYMIE.

Ophiura annulosa,	Blainville (non Lamarck), 1834, Manuel d'Actinologie, p. 244, pl. 24, fig. 1-4.
Ophiolepis annulosa,	Müller et Troschel, 1840, Archiv. f. Naturgeschichte, v. VI, p. 328.
Id.	Müller et Troschel, 1842, System der Asteriden, p. 89.

Ophiolepis annulosa, Michelin, 1845, Essai d'une faune de l'île Maurice, Échinodermes, p. 25, Magazin de Zoologie, 1845.

Id. Peters, 1851, Uebersicht der an der Küste Mossambique ges. Ophiuren. Bericht ueber d. Verhandlungen d. k. preuss. Akad. d. Wissens. zu Berlin, 1851, p. 466.

Id. Peters, 1852, Ueber neue Ophiuren von Mossambique, Arch. für Naturgeschichte, 18. Jahrg., I, p. 86.

Id. Lutken, 1859, Additamenta ad hist. Ophiuridarum, II, p. 101, pl. II, fig. 5.

Id. Michelin, 1862, Échinides et Stellérides de la Réunion, Annexe A, p. 2, ad Maillard, Notes sur l'île de la Réunion.

Id. Lyman, 1865, Ophiuridæ and Astrophytidæ, Illustr. Catalogue of the Museum of Comp. Zool. at Harvard College, I, p. 58.

Id. Ljungmann, 1866, Ophiura viventia huc usque cognita, Kongl. Vetenskaps Akad. Förhandlingar, 1866, p. 306.

Id. v. Martens, 1869, Seesterne und Seeigel, in v. der Decken, Reisen in Ost-Afrika, III, p. 129.

Id. v. Martens, 1870, Die Ophiuriden des indischen Oceans, Archiv. für Naturgeschichte, 36. Jahrgang, p. 246.

Id. E. Gray, 1872, List of Echinod. collected by Mc Andrew in the Golf of Suez, Ann. and Mag. of nat. hist, 4e ser., vol. X, p. 117.

Id. Hoffmann, 1874, Énum. des Échinod. trouvés à Madagascar, ou Recherches sur la faune de Madagascar, 5e part., p. 53.

Id. Lyman, 1880, A preliminary list of the living Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 4.

Id. Lyman, 1882, Report on the Sc. Results of the Voyage of the Challenger, Ophiuroidea, p. 19.

Id. J Bell, 1887, Report on a Coll. of Echinod. from the Andaman, Proc. Zool. Soc. London, 1847, p. 140.

Id. Jeffrey Bell, 1888, Echinoderms from Tuticorin, Proceed. Zool. Soc. London, 1888, p. 388.

Id. Brock, 1888, Die Ophiurenfauna des indischen Archipels, Zeitschr. für Wissensch. Zoologie, T. 47, p. 475.

Id. Döderlein, 1889, Die Echinod. von Ceylon von Dr Sarasin, ges. Zool. Jahrbücher, T. IV, p. 831.

Le disque a un diamètre de 20 mm.; il atteint 30 mm. dans un grand exemplaire de Madagascar. La longueur des bras va de 2 1/2 fois à 3 1/2 fois le diamètre du disque. Les plaques radiales, dans tous les exemplaires que j'ai examinés, arrivent au pourtour, et, dans chaque paire, elles sont séparées par trois grandes plaques arrondies, régulièrement superposées, entourées de petites écailles plates, et surmontées de deux plaques semblables, contiguës, formant une série horizontale sur l'autre, qui est verticale; entre ces deux dernières plaques se trouve la première plaque dorsale du bras, qui n'en est séparée que par quelques petites écailles plates. Cet arrangement est mieux rendu dans la figure donnée par Blainville que

dans celle de Lutken. Les plaques dorsales sont subquadrangulaires, avec les angles très arrondis, bien plus larges que hautes ; vers le milieu des bras, elles finissent par devenir pentagonales et rétrécies en arrière par suite de l'empiètement graduel des plaques latérales. Les plaques ventrales sont très petites. A la face dorsale des bras on compte 2 à 3 pièces accessoires de chaque côté, intercalées comme un coin entre les pièces latérales. Les deux écailles valvulaires des pores sont larges, très arrondies en dehors et tronquées en dedans, elles sont étroitement unies et semblent n'en faire qu'une seule exactement ovale, allongée, divisée en deux ; parfois elle est divisée en trois, près du disque. Le long de chaque fente génitale se trouve une longue plaque saillante. On compte cinq papilles buccales de chaque côté de l'angle; l'externe est longue et épaisse, les autres plus pointues, de plus une impaire épaisse et arrondie se trouve au-dessous de chaque pile dentaire, et, au fond de chaque fente buccale, on voit, de chaque côté, une petite pièce allongée, appuyée sur la plaque latérale buccale, qui peut compter comme une papille buccale. Les plaques latérales des bras portent 6 à 7 piquants appliqués, courts et peu inégaux. Dans tous les exemplaires, une étoile foncée avec des rayons interradiaux marque le milieu de la face dorsale du disque ; en dessous, la moitié interne des espaces interbrachiaux est plus foncée, les bras sont fortement annelés de brun, mais seulement à la face dorsale ; la face ventrale est d'une teinte claire, uniforme.

Il me paraît probable que l'*Ophiura annulosa* Lamarck est un *Ophiocoma*, peut-être *Oph. scolopendrina*.

OPHIOPLOCUS IMBRICATUS (Müller et Troschel), Lyman.

SYNONYMIE.

Ophiolepis imbricata, Müller et Troschel, 1842, Syst. der Asteriden, p. 93.

Id. Michelin, 1845, Essai d'une faune de l'île Maurice, Échinodermes, Magasin de Zoologie, 1845, p. 25.

Id. Peters, 1851, Uebersicht der am Küste Mossambique gesammelten Ophiuren, Bericht ueber die Verhandl. der k. preuss. Akademie zu Berlin, 1851, p. 466.

Id. Peters, 1852, Ueber neue Ophiuren aus Mossambique, Archiv. f. Naturgeschichte, 18 ter Jahrgang, I, p. 86.

Id. Lutken, 1859, Additam. ad hist. Ophiuridarum, II, p. 160.

Ophioplocus tessellatus, Lyman, 1861, Proceedings of the Boston Soc. nat. hist., VIII, p. 76.
Ophioplocus imbricatus, Lyman, 1865, Ophiuridæ and Astrophytidæ, Ill. Cat. of the Museum of Comp. Zool. at Harvard College, I, p. 69.
Id. Ljungman, 1866, Ophiura viventia huc usque cognita, Kongl., Vetenskaps Akad. Förhandlingar, 1866, p. 310.
Id. v. Martens, 1869, Seesterne und Seeigel, in v. d. Decken Reisen, III, p. 129.
Id. v. Martens, 1870, Die Ophiuren d. ind. Oceans, Archiv. für Naturgeschichte, 36 ter Jahrgang, p. 246.
Id. Hoffmann, 1874, Énum. des Échinod. de Madagascar, in Recherches sur la faune de Madagascar, 5e partie, p. 53.
Id. Lyman, 1880, A Preliminary list of the living Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 4.
Id. Möbius, 1880, Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius, p. 50.
Id. Th. Studer, 1882, Ophiuriden der Reise der Gazelle, p. 7 (Abh. der Berliner Akad. der Wissensch.).
Id. Lyman, 1882, Reports of the Sc. Res. of the Voyage of the Challenger, Ophiuroidea, p. 20.
Id. J. Bell, 1884, On a Coll. of Echinoderms from Australia, Proc. Linn. Soc. N. South Wales, IX, p. 499.
Id. J. Bell, 1887, Die Echinoderm Fauna of Ceylon, Trans. Dublin Roy. Society, v. III, p 648.
Id. Marktanner, 1887, Beschr. neuer Ophiuriden, Annalen d. k. k. Museum für Naturgeschichte, II, p 295.
Id. Jeffrey Bell, 1888, Echinod. from Tuticorin, Proc. Zool. Soc. of London, 1888, p. 388.
Id. Brock, 1888, Die Ophiuriden Fauna des indischen Archipels, Zeitschrift für wissensch. Zool., T. 47, p. 477.
Id. Döderlein, 1889, Die Echinod. v. Ceylon von Dr Sarasin ges. Zool. Jahrbücher, T. III, p. 831.
Id. Ives, 1891, Echinod. and Astropods from Japan, Proc. Acad. nat. Sc. of Philadelphia, 1891, p. 4, pl. V, fig. 6-10.

Je ne trouve rien de particulier à signaler dans les exemplaires de cette espèce recueillis à l'île Maurice ; ils sont parfaitement identiques à d'autres individus provenant des îles de la Sonde, avec lesquels je les ai comparés. La couleur du disque est d'un gris jaunâtre uniforme, ou bien mélangée de noir sous la forme d'une étoile à cinq rayons interradiaux, les bras plus ou moins annelés de couleur foncée.

PECTINURA ARMATA, Troschel.

SYNONYMIE.

Ophiarachna armata, Troschel, 1879, Sitzungsberichte der Niederhein. Gesell. in Bonn, 1879, p. 137.
Id. Lyman, 1880, A preliminary list of the living Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 28.

Ophiarachna armata, Lyman, 1882, Reports on the sc. results of the Voyage of the Challenger, Ophiuroidea, p. 173.
Id. Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des indischen Archipels, Zeitschrift für wissensch. Zoologie, vol. 47, p. 496.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	12-42 mm.
Longueur maximum des bras	257 mm.
Diamètre maximum des bras au pourtour du disque	9 mm.

Disque circulaire ou subpentagonal, couvert de granules d'une grande finesse, homogènes, très serrés sur la face ventrale comme sur la face dorsale; on compte environ 8 granules sur la longueur de 1 millimètre. Au-dessous de la granulation apparaît un revêtement d'écailles très fines, très serrées, fortement imbriquées. La peau granuleuse du disque se prolonge assez loin sur la base des bras en laissant libre une échancrure médiane. Plaques radiales très petites, ne dépassant pas 2 mm. de longueur dans les plus grands exemplaires, mais très distinctes; elles sont ovales, très écartées dans chaque paire, et très finement chagrinées.

Plaques buccales grandes, pentagonales, un peu évidées sur leur bord aboral, très finement chagrinées ; le corps madréporiforme est petit et enfoncé. Les pièces supplémentaires sont relativement petites, semilunaires, parfois cachées par la granulation, sous laquelle on les retrouve toujours. Plaques buccales latérales triangulaires, extrêmement petites, même rudimentaires dans les plus grands individus ; elles sont appliquées contre les plaques buccales et leur sommet touche la première plaque ventrale du bras. Cinq papilles buccales larges, plus ou moins pointues, de chaque côté des fentes buccales, au fond desquelles se trouve, de chaque côté, attenante à la première plaque ventrale des bras, une papille étroite qui, semble-t-il, doit compter pour une papille buccale supplémentaire. Cinq dents larges avec une ou deux intermédiaires. Dans l'espace entre les piles dentaires se trouve une série de trois papilles très aiguës. Le petit espace triangulaire compris entre les papilles buccales et les pièces buccales est granuleux.

Cinq bras robustes, à peu près cylindriques, dont la longueur égale six fois le diamètre du disque. Plaques dorsales subquadrangulaires, deux à trois fois plus larges que hautes, à peu près droites sur leur bord adoral comme sur l'aboral, finement chagrinées, mais ce chagrin microscopique est presque grossier comparé à celui des autres espèces. Quelques-unes sont divisées en deux dans les grands exem-

plaires, et on peut dire que leur nombre augmente avec le développement; dans les jeunes individus dont le disque n'a que 14 à 15 mm. de diamètre aucune des plaques dorsales ne se trouve divisée. La première plaque ventrale est trapézoïde, trés aiguë sur les côtés latéraux, échancrée du côté aboral pour loger une pointe adorale de la seconde plaque; les autres sont relativement petites, subcarrées, à peine évidées sur les côtés. Les pores entre les plaques, bien distincts entre les cinq ou six premières, sont rarement visibles au delà; dans un grand exemplaire, cependant, je puis les suivre sur la moitié du bras. Dans les exemplaires de grande taille, il y a jusqu'à 10 piquants latéraux, courts, aplatis, brusquement acuminés à la pointe, tous sont sensiblement égaux entre eux, sauf le premier ventral, qui devient jusqu'à deux fois plus long que les autres; ces derniers atteignent, ou même dépassent un peu la longueur de la plaque latérale qui les porte, et sont très exactement appliqués sur le bras dont ils recouvrent toute la hauteur; la prédominance du piquant ventral diminue sensiblement au delà de la moitié du bras et finit par s'effacer. Dans les jeunes, il n'y a que six piquants, et ils sont relativement plus courts. Deux papilles tentaculaires pour chaque pore, l'externe, large et tronquée, embrasse la base du piquant latéral. Couleur brun très foncé, presque noir, surtout à la face dorsale du disque; les plaques radiales très noires; les bras sont plus clairs sur la face ventrale; piquants brun clair avec la pointe blanche.

Rapports et différences. J'ai sous les yeux de nombreux exemplaires de cette espèce, à divers degrés de développement, très identiques entre eux, et parfaitement conformes à la description de Troschel, à laquelle j'ai ajouté quelques détails. M. Brock (loc. cit.) a émis des doutes sur la convenance de laisser cette espèce dans le genre *Ophiarachna*, estimant que c'est peut-être au genre *Pectinura* qu'elle doit être rapportée. Ces doutes sont pour moi une certitude; l'espèce présente tous les caractères des *Pectinura*, et je n'hésite pas à la placer dans ce genre. Les deux genres sont, du reste, bien voisins. Cette espèce fait un peu le passage, et c'est par inadvertance que M. Lyman (Challenger Ophiuridea, loc. cit.) dit que dans les *Ophiarachna* il y a de très nombreuses *papilles dentaires* formant un paquet vertical. Troschel, en décrivant l'espèce dont il s'agit ici, donne une nouvelle caractéristique de ce genre, qu'il avait créé, et il dit nettement que les espèces *n'ont point de papilles dentaires*, cela est, du reste, facile à vérifier dans l'*Oph. incrassata*, type du genre. Le *Pectinura rigida*, Lyman, est certainement fort voisin; c'est une très grande espèce dont le disque atteint 36 mm. de diamètre. Ce type

provient de Zanzibar. D'après la description donnée par M. Lyman, le *Pect. armata* me paraît se distinguer par ses piquants latéraux plus longs, dont le supérieur dorsal ne paraît pas plus large que les autres, et qui atteignent et même dépassent un peu la hauteur des plaques latérales, au lieu d'arriver aux trois quarts seulement, puis par quelques légères différences dans la forme des plaques dorsales et ventrales des bras, par la présence de plaques dorsales divisées dans les exemplaires de taille égale, et par ses diverses plaques plus grossièrement chagrinées. Le *P. septemspinosa* diffère du *P. armata* par ses piquants latéraux bien plus courts et moins nombreux dans l'âge adulte, ses bras plus courts, plus rigides, relativement plus larges à la base.

PECTINURA VENUSTA, P. de Loriol, 1893.

Pl. XIII, fig. 3.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque dans un exemplaire	20 mm.
Longueur totale des bras dans un exemplaire	83-93
Diamètre des bras sur le bord du disque	4-4 1/2

Disque circulaire ou subpentagonal, généralement un peu renflé sur sa face dorsale, légèrement échancré à la sortie des bras. Il est couvert de petites écailles extrêmement nombreuses, très minces, lamelliformes, arrondies, tranchantes sur leur bord, imbriquées, se recouvrant sur une grande portion de leur surface. Au centre de la face dorsale, les écailles sont assez régulièrement disposées, mais, dans les espaces interbrachiaux, elles sont si imbriquées et si pressées qu'elles paraissent souvent comme redressées. Des écailles de même nature, inégales, très imbriquées, irrégulièrement disposées, séparent les plaques radiales. A la face inférieure elles présentent une grande irrégularité et sont, de même, très imbriquées et très serrées. Une granulation extrêmement fine, très dense, très homogène, recouvre entièrement toute la surface du disque, sur la face ventrale comme sur la face dorsale, à l'exception des plaques radiales. Ces dernières, relativement petites, assez régulièrement ovales, très écartées dans chaque paire, tout à fait

lisses, sont toujours bien apparentes. Quelques petites écailles, plus ou moins nombreuses, dont on ne voit guère que la tranche, appliquées sur les bras, de chaque côté de l'échancrure du disque, sont aussi toujours dépourvues de granules.

Plaques buccales relativement assez grandes (2-2 $^1/_2$ mm. de longueur), plus longues que larges, ayant un peu la forme d'une urne, tronquées droit en dehors, régulièrement arrondies en dedans, ou bien aussi légèrement effilées; l'une de ces plaques présente une dépression prononcée dans laquelle se trouve le corps madréporiforme. Les plaques supplémentaires, arrondies en dehors, grandes, environ trois quarts des plaques buccales, complètent avec celles-ci un ovale presque parfait. Plaques buccales latérales relativement fort petites; elles ont la forme d'un triangle inéquilatéral avec le sommet en dehors; elles sont appliquées d'un côté contre les plaques buccales et touchent, en partie, la première plaque ventrale des bras. Les papilles buccales sont au nombre de 7 à 8 de chaque côté des fentes buccales, de plus, ordinairement, il s'en trouve une, impaire, à l'apex des angles buccaux, au-dessous de la pile dentaire; elles sont très inégales, les deux externes massives, carrées, les autres plus pointues, plus dentiformes, on remarque, en outre, à l'angle tout à fait externe des fentes buccales, deux petites pièces allongées étroites, intercalées entre les deux écussons latéraux et appuyées sur la première plaque ventrale; elles ont été déjà mentionnées par M. Lyman, et elles pourraient être comptées comme des papilles buccales. Toutes ces plaques sont parfaitement lisses, mais l'espace assez grand compris entre les plaques buccales et les papilles buccales est couvert de petits granules un peu plus grossiers et plus écartés que ceux du disque.

Cinq bras non élargis à leur naissance, cylindriques, très graduellement effilés; leur longueur totale égale environ 4 fois à 4 $^1/_2$ fois le diamètre du disque. Plaques dorsales épaisses, très convexes, mais non carénées, beaucoup plus larges que hautes, subquadrangulaires; le bord aboral est droit avec deux ou trois petites impressions en creux qui ne se voient pas sur tous les articles; la première plaque, extrêmement petite, la seconde bien plus grande, et la troisième presque entièrement développée, sont comprises dans l'entaille du disque, parfois aussi la première et la seconde seulement. Plaques ventrales un peu plus hautes que larges, octogones, ou plutôt quadrangulaires, avec les angles tronqués; le bord aboral est droit, ainsi que le bord adoral; les côtés sont légèrement évidés au milieu, la pre-

mière plaque a la forme d'un losange à peu près régulier, la seconde est déjà comme les autres et elles ne se modifient pas sensiblement jusqu'à l'extrémité du bras. Les plaques latérales, épaisses, et paraissant imbriquées, occupent toute la hauteur du bras. Onze à douze piquants latéraux, cylindriques, courts, épais, obtus, appliqués, serrés; ils atteignent à peine la moitié de la hauteur de la plaque qui les porte ; à peu près égaux, le premier, seul, est un peu plus long que les autres. Deux papilles valvulaires pour chaque pore ambulacraire ; l'interne oblongue, logée dans le sinus latéral de la plaque ventrale, est un peu plus grande que l'externe, aussi plus large et plus tronquée à l'extrémité qui embrasse la base du premier piquant. Entre la première plaque ventrale et la seconde, on remarque deux petits pores ; très distincts dans certains individus, ils sont à peu près invisibles dans d'autres; ailleurs on n'en voit nulle trace.

La couleur est assez variable. Souvent le disque est d'un brun très clair, uni, un peu plus clair en dessous, les bras annelés de gris plus ou moins clair et de brun rougeâtre foncé, la longueur des anneaux variant dans chaque bras ; souvent le bord aboral des plaques dorsales est tacheté de blanc. Parfois les anneaux des bras sont d'un jaune orangé. Dans quelques individus, le disque est jaune orangé foncé, avec cinq grandes taches radiales d'un brun rougeâtre très clair, les bras annelés de gris un peu marbré et de jaune orangé. La face ventrale des bras est toujours très pâle.

Variations. Les caractères de cette espèce, dont je connais une douzaine d'exemplaires, sont très constants. Les dimensions, à peu de chose près, sont sensiblement les mêmes. On remarque quelques légères modifications dans la forme des plaques buccales, dans le nombre des écailles lisses appliquées à la base des bras et dans le nombre des plaques dorsales comprises dans l'échancrure ; c'est là tout ce qu'on peut observer. Dans un exemplaire, la plaque supplémentaire de la plaque buccale madréporique est divisée en deux pièces inégales.

Rapports et différences. Parmi les espèces dont le revêtement écailleux du disque paraît analogue, on peut rapprocher du *Pect. venusta* le *Pect. Ramsayi*, Bell, mais ce dernier en diffère par la présence de 8 piquants latéraux seulement, par la forme différente des plaques ventrales des bras et des plaques buccales, et la faible dimension des plaques supplémentaires, enfin par la couleur, et par la longueur plus grande des bras. Le *Pect. maculata* a les pièces dorsales des bras divisées, de même que les pièces supplémentaires des écussons buccaux. Ses papilles buccales

sont moins nombreuses, ses écussons radiaux sont couverts de granules et invisibles. Dans le *Pect. Stearnsi,* Yves, les dimensions proportionnelles sont différentes, de même que celles des plaques radiales, la forme des plaques buccales n'est pas la même et leurs plaques supplémentaires sont bien plus petites, les plaques ventrales sont plus larges que hautes, enfin la couleur est différente.

OPHIONEREIS DUBIA, Müller et Troschel.

SYNONYMIE.

Savigny, 1808, Planches d'Échinodermes d'Égypte, pl. I, fig. 3.
Ophiolepis dubia Müller et Troschel, 1842, System der Asteriden, p. 94.
Ophionereis dubia Lyman, 1865, Ophiuridæ and Astrophytidæ, Illustr. Catal. of the Museum of Comp. Zool. at Harvard College, I, p. 149.
Id. Ljungmann, 1866, Ophiuroidea viv. huc usque cogn. Kongs. Vetenskaps Akad. Forhandlingar, 1866, p. 310.
Id. v. Martens, 1869, Seesterne und Seeigel, in v. d. Decken Reisen in Ost-Afrika, III, p. 129.
Id. v. Martens, 1870, Die Ophiuriden des indischen Oceans, Archiv. für Naturgeschichte, 36ten Jahrg., p. 246.
Ophiolepis dubia Gray, 1872, List of Echinod. coll. by M. Andrew in the Golf of Suez, Ann. and Mag. of Nat. hist., 4e série, vol. X, p. 117.
?*Ophionereis dubia* var. *sinensis*, Martin Duncan, 1875, On some Ophiuroidea from the Korean Seas, Journal of the Linnæan Soc. Zoology, v. 14; p. 464.
Id. Lyman, 1882, Report of the scient. results of the Voyage of the « Challenger » Ophiuroidea, p. 161.
Id. Brock, 1888, Die Ophiuriden Fauna des indischen Archipels, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, vol. 47, p. 489.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	9 mm.
Longueur des bras	90 mm.
Diamètre du bras au pourtour du disque	2 mm.

Disque circulaire, légèrement lobé au pourtour, revêtu d'écailles imbriquées d'une finesse extrême, surtout vers le centre, et excessivement serrées. Vers le bord, elles sont arrondies, plus grandes et moins nombreuses; comme elles sont moins imbriquées, on voit à peu près toute leur surface. Sur la face ventrale, les écailles sont encore plus fines, plus serrées, plus délicatement imbriquées, de

sorte que la surface a un aspect un peu soyeux. En regardant avec un grand soin et une forte loupe, on peut apercevoir les plaques radiales, qui sont extrêmement petites, très étroites, acuminées en arrière, très éloignées l'une de l'autre dans chaque paire et fort écartées du bord; leur longueur est à peine de $^1/_4$ de mill. Il n'est possible de les discerner que dans un grand exemplaire de Maurice, on ne peut en apercevoir aucune trace dans des exemplaires plus petits, de la mer Rouge, que j'ai sous les yeux.

Plaques buccales petites, un peu inégales, les unes à peu près arrondies, les autres tronquées sur leur bord interne et un peu pentagonales; le bord externe est un peu projeté et arrondi. Plaques buccales latérales petites, inégales, subtriangulaires, écartées à leur extrémité adorale, appuyées sur les plaques buccales, et contiguës aussi à la première plaque ventrale des bras. Quatre à cinq papilles buccales de chaque côté des fentes buccales, et une impaire au sommet de l'angle; elles sont inégales et obtuses.

Cinq bras longs, grêles, relativement aplatis, convexes sur leur face dorsale; plus étroits au pourtour du disque, où leur diamètre n'est que de 1 $^1/_2$ mm., ils finissent par arriver à 2 $^1/_2$ mm.; leur longueur atteint dix fois le diamètre du disque. Plaques dorsales petites, semi-circulaires, un peu tronquées sur leur bord aboral; de chaque côté, une pièce supplémentaire très arrondie, à peu près semblable à la plaque dorsale sous laquelle elle s'imbrique, mais plus petite de $^1/_4$ environ. En approchant de l'extrémité, les plaques dorsales tendent à s'agrandir et, finalement, par la disparition des pièces supplémentaires, elles deviennent rectangulaires et occupent toute la face dorsale du bras. Plaques latérales assez réduites. La première plaque ventrale est ovale, transverse, et fort petite; la seconde, bien plus grande, est subrectangulaire et assez fortement échancrée sur son bord proximal; les suivantes sont presque carrées, avec les angles antérieurs tronqués. A l'aide d'un bon grossissement, on peut constater, sur les plaques des bras, principalement sur les ventrales, un chagrin d'une finesse extrême. Trois piquants latéraux, peu inégaux, courts, coniques, un peu renflés à la base; le supérieur est plus épais et obtus, sa longueur ne dépasse guère la hauteur des plaques dorsales, les deux autres sont un peu plus longs et plus acuminés. Une seule papille valvulaire sur chaque pore tentaculaire; elle est relativement grande et ovale.

Le disque est brun foncé en dessus et en dessous; les bras, beaucoup plus

clairs, vaguement marbrés et annelés de foncé. Une double tache brune sur le bord adoral des plaques ventrales. Un ou deux anneaux bruns sur chaque piquant latéral.

Rapports et différences. J'ai cru devoir compléter par quelques détails les descriptions de cette espèce. Les plaques radiales sont si petites qu'elles peuvent facilement échapper à l'observation. Il me paraît difficile d'admettre, comme M. Lyman, que l'*Ophionereis crassispina*, Ljungmann, doit être considéré comme identique. Je trouve les différences suivantes; dans l'*O. crassispina*, les écailles du pourtour du disque sont peu distinctes des autres, les plaques radiales sont plus grandes, beaucoup moins écartées dans chaque paire, avec une *grande* tache blanche ; les plaques buccales sont grandes (elles ont à peine 1 mm. dans l'exemplaire que j'ai décrit, dont la taille est un peu plus forte), les bras sont maculés de taches blanches, les piquants latéraux sont aplatis (et non coniques), le médian est très long (longissima), égalant la largeur du bras. Quant à l'*Ophionereis dubia*, var. *sinensis* M. Duncan, de la Corée, il peut rester quelque doute, car dans cette variété, les pièces ventrales ont « une échancrure médiane et une saillie, » ce qui ne se voit point dans le type, les piquants sont subégaux et rarement annelés.

Ophiocoma erinaceus, Müller et Troschel.

SYNONYMIE.

Ophiocoma erinaceus	Müller et Troschel, 1842, System der Asteriden, p. 98.
Id.	Michelin, 1845, Essai d'une faune de l'île Maurice, Échinodermes, p. 25; Mag. de Zoologie, 1845.
Id.	Peters, 1851, Uebersicht der an der Küste Mossambique gesam. Ophiuren, Bericht ueber die Verhandlungen der k. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1851, p. 466.
Id.	Peters, 1852, Ueber neue Ophiuren aus Mossambique, Archiv. für Naturg., vol. 18, t. I, p. 86.
Id.	Lutken, 1859, Additamenta ad hist. Ophiuridarum, II, pp. 141, 159, 165.
Ophiocoma tartarea	Lyman, 1861, Proceed. Boston, Soc. nat. hist., t. VIII, p. 78.
Ophiocoma nigra	Michelin, 1862, in Maillard, Notes sur l'île de la Réunion, annexe A. Échinides et Stellérides, p. 2.
Ophiocoma erinaceus	Dujardin et Hupé, 1862, Hist. des Zooph. Échinodermes, p. 260.
Id.	Lyman, 1865, Ophiur. and Astrophyt. Illustr. Catal. of the Mus. of comp. zool. at Harvard College, I, p. 85.

Ophiocoma erinaceus Ljungmann, 1866, Ophiura viventia huc usque cognita, Kongs Vet. Akad. Förhandlingar, 1866, p. 329.
Id. v. Martens, 1869, Seesterne und Seeigel, in v. d. Deckens Reisen in Ost-Afrika, t. III, p. 129.
Id. v. Martens, 1870, Die Ophiurideen des indischen Oceans, Archiv. für Naturgeschichte, 36ten Jarhrg., p. 250.
Id. Hoffmann, 1874, Énum. des Échinod. de Madagascar, Recherches sur Madagascar, V^e partie, p. 53.
Id. Lyman, 1880, A preliminary List of the known living Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 26.
Id. Möbius, 1880, Beitr. z. Meeresfauna d. Insel Mauritius, p. 50.
Id. J. Bell, 1882, Echinod. from Ceylan, Ann. and Mag. of nat. hist, 1882, p. 221.
Id. Lyman, 1882, Reports on the sc. res. of the Voyage of the Challenger, Ophiuroidea, p. 170.
Id. Th. Studer, 1883, Die Ophiuriden der Reise der Gazelle, p. 21 (Abhandlungen der Berliner Akad. Wiss.).
Id. J. Bell, 1884, On a Coll. of Echinod. from Australia, Proc. Linn. Soc. of New South Wales, t. IX, p. 500.
Id. Jeffrey Bell, 1887, On the Echinoderm Fauna of Ceylan, Trans. Royal Dublin Acad., t. III, p. 648.
Id. Jeffrey Bell, 1888, Echinoderms from Tuticorin, Proc. Zool. Soc. of London, 1888, p. 384.
Id. Marktanner, 1887, Beschreibung neuer Ophiuren, Annalen des k. k. Naturhist. Museum, v. II, p. 302.
Id. Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des indischen Archipels, Zeitschrift für wissensch. Zoologie, t. 47, p. 495.
Ophiocoma erinacea Döderlein, 1889, Die Echinod. v. Ceylan v. Dr Sarasin ges. Zool. Jahrbücher, t. III, p. 831.
Ophiocoma erinaceus P. de Loriol, 1893, Échinod. d'Amboine, Revue suisse de Zool., t. I, p. 410.

Les exemplaires de l'île Maurice, où l'espèce est abondante, sont absolument typiques et ne présentent aucun passage à l'*Ophiocoma scolopendrina* Müller et Troschel, avec lequel plusieurs auteurs voudraient réunir l'*Ophioc. erinaceus*. Le diamètre du disque varie entre 20 et 28 mm.; la longueur des bras, à partir du pourtour du disque, atteint 4 $^1/_2$ à 5 fois le diamètre. Le disque, dans les aires interbrachiales de la face ventrale, est toujours dépourvu de granulations et simplement revêtu d'écailles imbriquées ; dans un seul exemplaire, le plus grand, on voit les granules dépasser le pourtour du disque et s'avancer un peu au milieu des aires. Les piquants latéraux, au nombre de quatre, rarement de trois ou cinq, sont toujours fort robustes, le supérieur, le plus long, souvent très épaissi, atteint jusqu'à 4 et 5 fois la hauteur de l'une des plaques dorsales. En général, le nombre des écailles tentaculaires est constamment de deux pour chaque pore jusqu'à une faible distance de l'extrémité des bras. La couleur est d'un noir très foncé, sur la

face dorsale comme sur la face ventrale ; les piquants ne sont nulle part annelés, mais, dans quelques exemplaires, ceux des piquants de la face inférieure qui se trouvent rapprochés du disque, sont un peu plus clairs et finement ponctués et linéolés de foncé. Les bras ont un aspect particulièrement rigide.

Ophiocoma scolopendrina (Lamk) Agassiz.

SYNONYMIE.

Ophiura scolopendrina	Lamarck, 1816, Animaux sans vert., t. II, p. 544.
Id.	de Blainville, 1834, Manuel d'Actinologie et de Zoophytologie, p. 244.
Ophiocoma scolopendrina	Agassiz, 1835, Prodrome d'une monogr. des Echinodermes, Mém. Soc Sc. nat. Neuchâtel, t. I, p. 192.
Id.	Müller et Troschel, 1842, System der Asteriden, p. 101.
Id.	Michelin, 1845, Échinodermes de l'Ile Maurice, p. 25, Magasin de zoologie, 1845.
Id.	Peters, 1851, Uebersicht der an der Kuste Mossambique eingesammelten Ophiuren, Bericht ueber die Verhandl. d. k. preuss. Akad. der Wiss. zu Berlin, 1851, p. 466.
Id.	Peters, 1852, Ueber neue Ophiuren aus Mossambique, Archiv. für Naturgesch., 18ten Jahrg., t. I, p. 86.
Id.	Lutken, 1859, Additamenta ad hist. Ophiurid., t. II, pp. 142, 159, 163.
Ophiocoma molaris	Lyman, 1861, Proceed. Boston. Soc. nat. hist., t. 8, p. 79.
Ophiocoma scolopendrina	Dujardin et Hupé, 1862, Hist. nat. des Échinodermes, p. 264.
Id.	Lyman, 1865, Illustr. Catal. of the Museum of Comp. Zoology at Harvard College, n° 1, Ophiuridæ and Astrophytidæ.
Id.	Ljungmann, 1866, Ophiuridea viventia huc usque cognita, Kongs Vetenskaps Akad. Forhandl., 1866, p. 329.
Id.	v. Martens, 1869, Seesterne und Seeigel, in v. d. Decken Reisen in Ost-Africa, t. III, p. 129.
Id.	v. Martens, 1870, Die Ophiuriden des indischen Oceans, Archiv. für Naturgeschichte, 36. Jarhg., t. I, p. 250.
Id.	Hoffmann, 1874, Énumération des Échinod. de Madagascar, *in* Recherches sur Madagascar, V^{e} partie, pp. 46 et 53.
Id.	Ludwig, 1877, Echinodermata, in Kossmann, Reise in d. Kusten Geb. d. rothen Meeres, t. V, p. 4.
Id.	Ludwig, 1879, Beiträge zur Anatomie der Ophiuren, morphologische Studien an Echinodermen, vol. II, p. 242 et passim, pl. 27, fig. 29 (Zeitschr. f. Wiss. Zool., vol. 31).
Id.	Lyman, 1880, A preliminary list of the living Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 26.
Id.	J. Bell, 1882, Echinoderm fauna of Ceylan, Ann. and Mag. of nat. hist 1882, p. 221.

Ophiocoma scolopendrina Lyman, 1882, Reports on the scient. Results of the Voyage of the Challenger, Ophiuroidea, p 170.

Id. Th. Studer, 1883, Uebersicht ueber die Ophiuriden während der Reise der Gazelle gesammelt (Abh. d. k. preuss. Akademie d. Wissensch. zu Berlin, 1882), p. 20.

Id. J. Bell, 1884, On a Coll. of Echinod. of Australia, Proc. Linn. Soc. of New South-Wales, v. IX, p. 500.

Id. Walter, 1885, Ceylons Echinodermen, Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, vol. 18, p. 369.

Id. J. Bell, 1887, On the Echinoderm fauna of Ceylan, Trans. Dublin Royal Society, t. III, p. 648.

Id. Marktanner, 1887, Beschr. neuer Ophiuren, Annalen d. k. k. Naturhist. Hofmuseum, t. II, p. 302, pl. 13, fig. 21-24.

Id. J. Bell, On Echinod. from the Andaman Isl. Proc. Zool. Soc. London, 1887, p. 140.

Id. Martin Duncan, 1887, On the Ophiuridæ of the Mergui Archipelago, Journ. Linnæan Soc., vol. 21, p. 93.

Id. J. Bell, 1888, Echinoderms from Tuticorin, Proc. Zool. Soc. London, 1888, p. 388.

Id. Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des indischen Archipels, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, t. 47, p. 495.

Id. P. de Loriol, 1893, Échinod. d'Amboine, Rev. suisse de Zool., t. I, p. 407.

Je n'ai sous les yeux qu'un seul exemplaire de cette espèce, bien connue, trouvé à l'Ile Maurice. Le diamètre du disque est de 25 mm., les bras atteignent une longueur de 111 mm. Il est absolument typique, et, lorsqu'on le compare aux exemplaires de l'*Ophiocoma erinaceus* rencontrés avec lui à l'Ile Maurice, on constate que c'est à juste titre que les espèces ont été séparées, et les passages que l'on cite comme ayant été reconnus ailleurs, ne sont point ici évidents. Le disque, à la face inférieure, est granuleux au milieu des espaces interbrachiaux, mais pas jusqu'aux plaques buccales. Les plaques ventrales des bras sont presque carrées, un peu plus larges que hautes, le bord aboral est, ou parfaitement rectiligne, ou, le plus souvent, un peu échancré. Les piquants latéraux, au nombre de trois ou de quatre, alternant assez régulièrement, sont relativement courts, plus courts que dans tous les *Oph. erinaceus* que j'ai vus de Maurice ; le premier ventral est le plus petit et le plus grêle, sa longueur est à peu près égale à celle de deux plaques ventrales; le premier dorsal est plus long et plus robuste, sa longueur (3 mm.) est à peu près égale à celle de trois plaques dorsales. On compte deux papilles tentaculaires pour chaque pore sur une grande partie de la longueur du bras. La couleur du disque est brun clair; les bras sont annelés de brun très foncé et de brun très clair, jaunâtre ; toutes les plaques dorsales sont ornées de

filets foncés formant divers dessins, et les plaques latérales sont marquées de linéoles nombreuses; la face ventrale est d'une nuance très claire, les pièces buccales et les plaques ventrales ont des petites taches ou des filets foncés. Les piquants, jaunâtres, sont régulièrement annelés de brun foncé.

M. Lyman, qui a examiné l'exemplaire original de l'*Ophiocoma alternans*, v. Martens (Die Ophiuriden des indischen Oceans, Archiv. f. Naturgesch., 36.[tes] Jahrg., p. 251), estime que c'est un jeune, probablement de l'*Ophiocoma scolopendrina* (Lyman, Bull. Mus. comp. Zool., vol. III, nº 10, p. 225). J'ai avancé ailleurs (Amboine, loc. cit.) que c'est plutôt une *variété* de cette espèce.

L'*Ophiocoma scolopendrina* a été distingué en premier lieu par Lamarck, sous le nom d'*Ophiura scolopendrina*. L'espèce a été rangée plus tard par Blainville (loc. cit), dans son groupe B, comprenant « les espèces dont les épines des rayons sont longues et non appliquées. » C'est ce groupe B *tout entier* qu'Agassiz a compris dans son genre *Ophiocoma* sans mentionner *nominalement* l'*Oph. scolopendrina*, de sorte qu'on pourrait citer toutes les espèces de ce groupe, qui renferme des *Ophiotrix, Ophiarthrum*, *Ophiopholis*, etc., même l'*Asteroschema oligactes*, comme étant des *Ophiocoma* d'Agassiz. En réalité, c'est Müller et Troschel qui ont fixé le genre. On peut faire une observation semblable pour le genre *Ophiura*, qui, pour Lamarck, comprenait toutes les Ophiures connues, et, pour Agassiz, le groupe A de Blainville, « Espèces dont les épines du rayon sont très courtes et appliquées, » comprenant *Ophioderma*, *Ophioglypha*, *Ophiarachna*, etc. Müller et Troschel avaient donc eu parfaitement raison d'établir leur genre *Ophioderma*, coupe parfaitement naturelle et bien définie, et il est malheureux qu'on ait cherché depuis à le remplacer par celui d'*Ophiura*, qui ne correspond nullement à un genre défini par Lamarck, mais à toutes les Ophiuridées.

Ophiocoma brevipes, Peters.

(Pl. XXIII, fig. 4.)

SYNONYMIE.

Ophiocoma brevipes Peters, 1851, Uebersicht der an der Kuste Mossambique gesam. Ophiuren, Bericht ueber die Verhandl. d. k. preuss. Akad. d. Wissenschaften, 1851, p. 466.

Ophiocoma brevipes	Peters, 1852, Ueber neue Ophiuren aus Mossambique, Archiv. für Naturgeschichte, 18ten Jarhg., t. I, p. 85.
Ophiocoma insularia	Lyman, 1861, Proc. Boston Soc. nat. hist., t. VIII, p. 80.
Id.	Lyman, 1862, Ophiuridæ and Astroph., Illustrated Catalogue of the Museum of Comp. Zool. at Harvard College, t. I, p. 89.
Ophiocoma brevipes	Ljungmann, 1866, Ophiuridea viventia huc usque cognita. Kong. Vetenskaps Akad. Forbandl., 1866, p. 319.
Ophiocoma insularia	Ljungmann, 1866, Ophiuridea viventia huc usque cognita. Kong. Vetenskaps Akad. Forhandl., 1866, p. 319.
Ophiocoma brevipes	v. Martens, 1869, Seesterne und Seeigel, in v. d. Decken, Reisen in Ost-Afrika, t. III, p. 129.
Id.	v. Martens, 1870, Die Ophiuriden des indischen Oceans, Archiv. für Naturgeschichte, 36. Jahrg., p. 252.
Ophiocoma ternispina	v. Martens, 1870, Die Ophiuriden des indischen Oceans, Archiv. für Naturgeschichte, 36. Jahrg., p. 252.
Ophiocoma brevipes	Lyman, 1874, Ophiuridæ and Astrophytidæ, old and new, Bull. comp. Zool. at Harvard College, t. III, n° 10, p. 225.
Id.	Lyman, 1880, A preliminary list of the known living Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 27.
Id.	Lyman, 1882, Reports on the scientific. results on the Voyage of the Challenger, Ophiuridea, p. 172.
Id.	Walther, 1885, Ceylan's Echinodermen, Jenaïsche Zeitschrift f. Wissensch., 18ter Band, p. 371.
Id.	Jeffrey Bell, 1887, On the Echinoderm fauna of Ceylon, Trans. Dublin Royal Soc., t. III, p. 648.
Id.	Marktanner, 1887, Beschreibung neuer Ophiuren, Annalen der k. k. Naturhist., Hofmuseum, t. II, p. 303.
Id.	J. Bell, 1888, Echinod. from Tuticorin, Proc. Zool. Soc. of London, 1888, p. 388.
Id.	Döderlein, 1889, Die Echinod. v. Ceylan. von Dr Sarasin ges. Zool. Jahrbücher, t. IV, p. 831.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	7 à 27 mm.
Longueur des bras ; maximum	126 mm.

Disque circulaire, parfois un peu onduleux au pourtour, rarement subpentagonal. Il est entièrement recouvert partout, soit à la face dorsale, soit à la face ventrale, par des granules extrêmement fins, très serrés et parfaitement homogènes.

Plaques buccales presque toujours plus longues que larges, mais plus ou moins, parfois très peu ; leur forme est un peu variable, ovale, subpentagonale, rarement subcirculaire ; le bord adoral est toujours tronqué. Plaques buccales latérales très allongées, très anguleuses en dehors, appliquées sur toute leur longueur contre les plaques buccales et très écartées en dedans. Toutes ces plaques sont très finement

granuleuses. Papilles buccales au nombre de cinq ou six de chaque côté des fentes buccales, assez larges, massives et subégales. Les papilles dentaires sont, en général, irrégulièrement disposées, et plus ou moins nombreuses, souvent elles s'avancent jusqu'à la plaque buccale.

Les bras sont robustes; leur largeur au pourtour du disque, dans le plus grand exemplaire, atteint 4 mm.; leur longueur varie de $3\,^1/_2$ à 5 fois le diamètre du disque. Plaques dorsales régulières, beaucoup plus larges que hautes, elliptiques-transverses, légèrement imbriquées, arrondies sur leur bord aboral. La première plaque ventrale est fort petite, avec une pointe aiguë de chaque côté; la seconde et les autres sont presque carrées, ou plutôt subhexagonales, arrondies sur leur bord aboral, excavées sur les côtés, un peu rétrécies du côté adoral par une légère intercalation des plaques latérales. En général, quatre piquants latéraux dans le premier tiers du bras environ, puis trois seulement; dans deux exemplaires, dont le disque a 14 mm. de diamètre, les trois ou quatre premiers articles ont cinq piquants; ils sont assez épais, obtus, un peu comprimés, peu inégaux, le supérieur parfois un peu plus court; leur longueur égale à peu près deux articles. Deux écailles à chaque pore tentaculaire, vers l'extrémité seulement il n'y en a plus qu'une seule; elles sont ovales et à peu près égales.

La couleur du disque est un brun plus ou moins foncé ou jaunâtre, avec quelques marbrures, parfois; les bras sont toujours plus foncés, parfois ils sont presque noirs, ou bien grisâtres, avec de fines marbrures foncées, rarement on les voit annelés de foncé. Un petit exemplaire a le disque brun, mais jaunâtre sur tout le pourtour; les bras sont jaunâtres avec quelques articles foncés très espacés. Il n'y a pas deux exemplaires identiques sous le rapport de la couleur, entre le brun foncé et le brun clair. La face inférieure a une teinte pâle uniforme, souvent quelques linéaments ou quelques taches foncées sur les plaques buccales et sur les plaques ventrales. Dans aucun exemplaire je n'ai vu les piquants annelés.

L'*Ophiocoma brevipes* est commun à l'Ile Maurice, j'en ai de nombreux exemplaires sous les yeux à divers degrés de développement. Ses caractères se montrent parfaitement constants, et les variations que j'ai signalées dans la longueur relative des bras, la couleur, sont sans importance spécifique et reliées par de nombreux passages. M. Lyman (Ophiur. and Astrophyt. old and new, loc cit.) hésitait à réunir à l'*Ophiocoma brevipes*, l'*Oph. insularia* Lyman, et l'*Oph. tenuispina*, v. Martens. L'*Oph. insularia* aurait, à la base des bras, quatre piquants dont le supé-

rieur, le plus court; les types de l'*O. brevipes*, cinq piquants à la base du bras, dont le supérieur le plus long; l'*O. ternispina*, trois piquants cylindriques. Les exemplaires de Maurice fournissent des passages tout à fait évidents entre ces trois espèces, et M. Lyman les a définitivement réunies dans son dernier ouvrage. En général les piquants sont presque égaux, et tantôt l'un, tantôt l'autre, est un peu plus long. J'ai comparé un exemplaire en excellent état, qui m'a été envoyé par le Musée Godeffroy sous le nom de *O. insularia* Lyman; il correspond absolument à la description donnée par l'auteur, et n'est en aucune façon à séparer des exemplaires de Maurice, parmi lesquels il s'en trouve exactement de la même teinte foncée, il a, dans l'un des angles buccaux, six papilles buccales de chaque côté et dans un autre cinq. Quant à l'*Oph. brevispina* Smith, que M. Lyman réunit, toutefois avec doute, à l'*Oph. brevipes*, il est certainement fort voisin, mais les plaques buccales n'ont pas la même forme, il n'y aurait que trois ou quatre papilles buccales de chaque côté, les bras sont singulièrement courts, trois fois le diamètre du disque seulement, et la coloration, blanche et verte, est différente, sans que cela ait cependant une grande importance (Peters dit que la couleur de l'*Oph. brevipes* est verdâtre ou jaunâtre marbré de brun). L'*Oph. variegata* Smith. serait encore plus voisin et peut-être identique. Je ne connais ces deux espèces que par les descriptions et les figures qui en ont été données.

Ophiocoma lineolata, Müller et Troschel.

SYNONYMIE.

Ophiura lineolata Desjardins, in Schedulis.
Ophiocoma lineolata Müller et Troschel, 1842, System der Asteriden, p. 102.
Ophiocoma pica Müller et Troschel, 1842, System der Asteriden, p. 101.
Ophiocoma lineolata Michelin, 1845, Échinodermes de l'Ile Maurice, p. 26, Magasin de Zoologie, 1845.
Ophiocoma pica Dujardin et Hupé, 1862, Hist. nat. des Échinodermes, p. 265.
Ophiocoma lineolata Dujardin et Hupé, 1862, Hist. nat. des Échinodermes, p. 265.
Ophiocoma Sannio Lyman, 1862, Proceed. Boston Soc. of nat. history, vol. 8, p. 81.
Ophiocoma pica Lyman, 1865, Illustr. Catalogue of the Mus. of comp. Zool. at Harvard College, I; Ophiur. and Astroph., p. 90.
Ophiocoma lineolata Ljungmann, 1866, Ophiura viventia huc usque cognita, Kongs Vetenskaps Akad. Forhandl., 1866, p. 329.

Ophiocoma lineolata Peters, 1869, Seesterne und Seeigel, in v. d. Decken Reisen in Ost-Afrika t. III, p. 129.
Id. v. Martens, 1870, Die Ophiuriden des indischen Oceans, Archiv. für Naturgeschichte, 36. Jahrg., p. 252.
Id. Hoffmann, 1874, Énum. des Échinodermes de Madagascar, Recherches sur Madagascar, V[e] partie, p. 53.
Ophiocoma pica Lyman, 1880, A prelim. list of the living Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 27.
Id. Möbius, 1880, Beitrag zur Meeresfauna des Insel Mauritius, p. 50.
Id. Lyman, 1882, Reports on the sc. results of the Voyage of the Challenger, Ophiuroidea, p. 171.
Id. Th. Studer, 1883, Die Ophiuriden der Reise der Gazelle, p. 21, Abhandl. der berliner Akad. d. Wissensch., 1882.
Id. Jeffrey Bell, 1887, Echinodermen fauna of Ceylon, Trans. Dublin. Roy. Soc., t. III, p. 648.
Ophiocoma lineolata Walther, 1885, Ceylan's Echinodermen, Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, 18. Band, p. 370.
Ophiocoma pica Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des indischen Archipels, Zeitschr für wissensch. Zool., vol. 47, p. 495.

Le diamètre du disque varie entre 10 et 22 mm.; la longueur des bras, à partir du pourtour, égale 3 $^1/_2$ à 4 fois ce diamètre. Les exemplaires de Maurice, où cette espèce, très facilement reconnaissable, n'est pas rare, ne présentent pas de variations appréciables, soit au point de vue de la structure soit à celui de la coloration. Les deux taches jaunes à la base de chaque bras, sur la face dorsale du disque, se retrouvent toujours. Aucun doute n'existe sur l'identité de l'*O. lineolata* et de l'*O. pica*, Müller et Troschel. J'ai préféré employer le nom de *O. lineolata* parce qu'il possède une certaine antériorité ayant été donné primitivement à l'espèce par Desjardins qui avait recueilli à l'Ile Maurice les exemplaires décrits par Müller et Troschel, ainsi que ceux qui ont été mentionnés par Michelin (loc. cit.) par lequel nous apprenons que l'espèce avait été ainsi nommée primitivement par Desjardins.

Ophiocoma valentiæ, Müller et Troschel.

SYNONYMIE.

Ophiocoma Valentiæ Müller et Troschel, 1842, System der Asteriden, p. 102.
Id. Peters, 1851, Uebersicht der an der Küste Mossambique eingesammelten Ophiuren, Bericht ueber die Verhandlungen der k. preuss. Akad. d. Wissensch., 1851, p. 466.

Ophiocoma Valentiæ Peters, 1852, Ueber neue Ophiuren von Mossambique, Archiv für Naturgeschichte, 18. Jahrg., t. I, p. 86.
Id. Lütken, 1859, Addit. ad Hist. Ophiuridarum, t. II, p. 141.
Id. Dujardin et Hupé, 1862, Hist. des Zooph. Échinod., p. 266.
Id. Lyman, 1865, Ill. Catal. of the Mus. of comp. Zool. at Harvard College, t. I, Ophiuridæ and Astrophyt., p. 71.
Id. Ljungmann, 1866, Ophiur. viv. huc usque cognita, Kongs Vetenskaps Akad. Forhandl., 1866, p. 329.
Id. v. Martens, 1869, Seesterne und Seeigel, in von der Dechen Reisen in Ost-Africa, t. III, p. 129.
Id. v. Martens, 1870, Die Ophiuriden des ind. Oceans, Archiv für Naturgesch., 36. Jahrg. p. 250.
Id. Lyman, 1880, A prelim. list of the living Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 27.
Id. Möbius, 1880, Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius, p. 50.
Id. Lyman, 1882, Reports on the scient. results of the Voyage of the Challenger, Ophiuroidea, p. 172.
Id. Marktanner, 1887, Beschreibung neuer Ophiuren, Annalen der k. k. Naturhist. Hofmuseum, p. 303.
Id. Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des indischen Archipels, Zeitsch. f. wissensch. Zoologie, vol. 47, p. 53.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	17 à 23 mm.
Longueur des bras dès l'origine dans un même exemplaire	92 et 112 mm.
Soit 5 ½-6 ½ fois le diamètre du disque.	

Les exemplaires de Maurice sont parfaitement typiques. Cette espèce, très bien caractérisée, est facile à reconnaître. Le disque est finement granuleux, les granules, cependant, sont un peu plus grossiers et moins serrés que ceux de l'*Ophiocoma brevipes* Peters. Ainsi que l'a déjà remarqué M. Marktanner la granulation de la face inférieure couvre ordinairement toute la surface des espaces interbrachiaux, mais, parfois, elle laisse une bande lisse le long des fentes génitales ; sur quatre exemplaires que j'ai sous les yeux il s'en trouve un dans ce dernier cas. Les plaques buccales sont très arrondies, les buccales latérales, fort petites, sont triangulaires avec une forte pointe externe qui va s'appuyer contre la première plaque ventrale, fort peu développée. Quatre papilles buccales de chaque côté des fentes buccales. Les papilles dentaires sont nombreuses et disposées sur quatre rangées verticales. Plaques ventrales des bras presque carrées, légèrement évidées sur les bords latéraux. Plaques dorsales bien plus larges que hautes, presque régulièrement ovales-transverses. Les cinq piquants latéraux sont relativement courts, peu inégaux, le second dorsal le plus long, le premier ventral le plus court. Au premier

et au second article il y a, ordinairement, deux écailles tentaculaires ovales pour chaque pore, mais, au delà, il n'y en a qu'une seule. Couleur jaune brun. Bras inégalement annelés de brun foncé.

Ophiarachna Robillardi, P. de Loriol, 1893.

Pl. XXIII, fig. 5.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	11 mm.
Diamètre des bras au pourtour du disque	2 mm.
Longueur des bras maximum, à partir de leur origine	58 mm.

Disque subpentagonal, aplati sur la face dorsale qui est couverte d'une granulation très fine, très homogène et très dense, se continuant identique sur la face ventrale. Plaques radiales apparentes, très petites, ovoïdes, très écartées l'une de l'autre dans chaque paire.

Plaques buccales cordiformes, plus longues que larges, rétrécies, mais obtuses à leur extrémité adorale. Plaques buccales supplémentaires petites, mais parfaitement distinctes, semi-lunaires. Plaques buccales latérales triangulaires, allongées, entièrement appliquées contre les plaques buccales sur toute leur base, et très écartées à leur extrémité interne, le sommet du triangle touche la première plaque ventrale des bras. Six papilles buccales de chaque côté des fentes buccales, les trois externes presque carrées, les autres plus ou moins pointues, à chacun des cinq angles buccaux il s'en trouve une impaire, plus grande et pointue, contiguë à la pile dentaire, qui semble faire l'office d'une dent. Le petit espace triangulaire compris entre les papilles buccales et les pièces buccales est occupé par quelques granules très fins. Cinq bras subcylindriques un peu quadrangulaires, effilés seulement près de l'extrémité, leur longueur maximum égale environ cinq fois le diamètre du disque. Plaques dorsales rectangulaires, deux fois aussi larges que hautes, rectilignes sur leur bord adoral comme sur l'aboral, assez convexes, très finement chagrinées, la première est fort petite, basse et triangulaire, la seconde est deux fois plus grande et encore un peu triangulaire, la troisième est normale. Quelques écailles

très fines, imbriquées, lisses, se montrent de chaque côté de la première plaque. La première plaque ventrale est petite et presque triangulaire, la seconde, plus haute, est encore assez aiguë sur le bord aboral, les autres, presque rectangulaires, avec les angles postérieurs tronqués, sont un peu plus hautes que larges, arrondies sur le bord aboral, et légèrement évidées sur les côtés latéraux. Plaques latérales assez larges, occupant toute la hauteur du bras sans empiéter ni en dessus ni en dessous. Piquants latéraux longs, cylindriques, acuminés, aigus, au nombre de cinq à la base, puis de quatre, et enfin de trois vers le milieu des bras ; leur longueur est à peu près égale, le premier dorsal a deux fois la longueur d'une plaque dorsale. Deux écailles pour chaque pore tentaculaire, ovales, à peu près égales, l'externe un peu plus large.

La couleur de la face dorsale du disque est un brun clair avec des taches et des lignes jaunes formant des dessins irréguliers, les bras sont brun-chocolat, annelés de gris, assez régulièrement, de deux en deux articles. A la face ventrale les bras sont un peu plus clairs qu'à la face dorsale, le disque, l'appareil buccal, les piquants, les écailles tentaculaires d'un jaune extrêmement clair sans tache aucune.

Rapports et différences. Tout en présentant quelques rapports avec l'*Oph. affinis*, Lutken, cette espèce s'en distingue sans peine par ses pièces radiales apparentes au milieu de la granulation, ses pièces buccales cordiformes plus longues que larges, ses papilles buccales différentes, ses piquants moins nombreux, égaux, relativement plus longs sauf le premier ventral, plus grêles, plus aigus, ceux des articles qui appartiennent au disque nullement tronqués, puis par ses écailles tentaculaires subégales, l'externe non tronquée, enfin par sa coloration et ses piquants non annelés.

Ophiarachna mauritiensis, P. de Loriol, 1893.

Pl. XXIV, fig. 1.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	21-26 mm.
Longueur des bras, dès leur origine, maximum	152 mm.
soit 6 fois le diamètre du disque.	
Épaiss. des bras au pourtour du disque dans le plus grand exempl.	5 mm.

Disque circulaire, uniformément couvert de granules fins et serrés, soit sur la

face dorsale soit sur la face ventrale. Au-dessous apparaît un revêtement d'écailles microscopiques, imbriquées et très serrées, d'une grande finesse. Une rangée d'écailles, plus grandes, quoique à peine visibles à l'œil nu, arrondies, à peine imbriquées, borde le pourtour du disque à la face dorsale. Plaques radiales invisibles.

Plaques buccales assez grandes, un peu renflées, pentagonales, un peu plus larges que hautes, rétrécies en pointe obtuse à leur extrémité adorale. Les plaques supplémentaires sont petites, semi-lunaires. Plaques buccales latérales de faible dimension, triangulaires, appliquées contre les plaques buccales; le sommet du triangle est contigu à la première plaque ventrale du bras. Six à sept papilles buccales de chaque côté de la fente buccale, l'externe est grande, la suivante mince et un peu lamelliforme. Entre les plaques buccales et les papilles, les mâchoires sont garnies de quelques granules coniques.

Cinq bras longs, robustes, très graduellement effilés, un peu comprimés. La première plaque ventrale est petite, plus large que longue, très aiguë sur les côtés, très convexe sur le bord aboral, la seconde, beaucoup plus grande, conserve une pointe aiguë de chaque côté, les autres sont presque carrées, sensiblement évidées sur les côtés, un peu élargies et très convexes sur le bord aboral; vers l'extrémité des bras elles deviennent un peu plus longues que larges. Plaques dorsales beaucoup plus larges que hautes, presque trois fois, subquadrangulaires, à peu près rectilignes en avant et en arrière, très finement chagrinées. Plaques latérales quadrangulaires, n'empiétant nullement ni en dessus ni en dessous, occupant toute la hauteur du bras et assez longues. Six piquants latéraux, et même sept à la base des bras du plus grand exemplaire; ils sont très fins, grêles, à peine effilés, obtus, comprimés, en général appliqués contre le bras et se recouvrant les uns les autres; le premier ventral a la longueur de trois articles au moins, même parfois de quatre, et, çà et là, on en voit un qui est légèrement épaissi au sommet; les autres tendent à diminuer, le supérieur dorsal ne couvre guère que deux articles. Deux écailles tentaculaires pour chaque pore; elles sont ovales, l'externe, plus grande, un peu tronquée, couvre la base du premier piquant.

La couleur du disque est brun foncé uni; les bras, d'une teinte uniforme brun chocolat, ne sont pas annelés, mais chaque plaque dorsale est ornée de petites taches blanchâtres, arrondies ou allongées, formant des dessins variés. A la face ventrale le disque a une teinte plus claire, de même que l'appareil buccal; les pla-

ques buccales sont marquées de petits points et de lignes brunes, les plaques ventrales, marbrées de blanc comme les dorsales, une tache brune sur chaque écaille tentaculaire ; les piquants sont très finement et très régulièrement annelés de brun et de blanc, il y a jusqu'à dix anneaux égaux dans les grands piquants.

Rapports et différences. Voisine de l'*Oph. incrassata,* Müller et Troschel, cette espèce s'en distingue par ses plaques buccales pentagonales aussi larges que longues, ses papilles buccales autrement formées, ses plaques ventrales carrées, aussi larges que longues, ses plaques dorsales plus hautes, relativement, et ses piquants latéraux au nombre de six et même de sept, tandis qu'un exemplaire de l'*Ophiarachna incrassata,* dont le disque a 47 mm. de diamètre n'a que 4 et même çà et là trois piquants, enfin la couleur est différente et les piquants sont annelés beaucoup plus serré. L'*Oph. affinis,* Lütken, n'est pas à confondre.

Ophiarthrum Lymani, P. de Loriol, 1893.

Pl. XXIV, fig. 2.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	21 mm.
Longueur des bras	110 mm.
Largeur des bras sur le bord du disque	4 mm.

Disque circulaire, non entaillé par les bras, couvert en dessus et en dessous d'une peau épaisse couverte de petites granulations microscopiques. Les plaques radiales ne sont pas distinctes.

Plaques buccales plus longues que larges, à peu près régulièrement hexagonales, tronquées droit sur le bord aboral et sur le bord adoral. Plaques buccales latérales fort petites, triangulaires, un peu plus longues que larges, appliquées contre les plaques buccales, prolongées en dehors en pointe bien prononcée qui touche la première plaque ventrale. Ces plaques sont très finement granuleuses. Fentes buccales courtes. Quatre papilles buccales de chaque côté; la première externe grande, à peu près aussi large que longue, un peu déprimée au milieu, et échancrée du côté adoral ; la seconde est également allongée, les deux autres plus petites et arron-

dies. Papilles dentaires assez grosses, disposées sur trois rangées verticales de quatre chacune, pour chaque pile de dents. Les mâchoires sont courtes et très larges, entièrement contiguës. Cinq bras robustes dont la largeur, au pourtour du disque, est de 4 mm., et dont la longueur égale un peu plus de cinq fois le diamètre du disque. La première plaque ventrale est extrêmement petite, subcarrée; la seconde prend les dimensions normales, elle est hexagone, plus large que haute, très évidée sur les côtés; les suivantes ont à peu près la même forme et les mêmes proportions, elles sont convexes sur le bord aboral, échancrées sur les côtés, et rétrécies du côté adoral par un empiètement des plaques latérales qui n'augmente pas sensiblement vers l'extrémité du bras. Plaques dorsales très régulières, ovales-transverses, notablement plus larges que hautes, fortement convexes et légèrement saillantes sur le bord aboral, un peu acuminées sur les côtés, faiblement imbriquées du côté adoral; vers l'extrémité les plaques latérales tendent à empiéter et les côtés des plaques dorsales à devenir plus aigus. Toutes les plaques des bras sont très finement granuleuses, les granules des plaques latérales sont plus grossiers que les autres. Quatre piquants latéraux cylindriques, peu effilés, obtus, tronqués au sommet, le supérieur dorsal est une fois et demi à deux fois aussi long et aussi plus épais que les autres dont la longueur égale environ la largeur des bras, il atteint jusqu'à 8 mm. Vers l'extrémité des bras on ne trouve que trois piquants seulement. Une seule écaille pour chaque pore tentaculaire, elle est largement ovale, un peu acuminée en dehors.

Le disque est entièrement noir foncé, en dessus et en dessous, les bras bruns clairs tirant sur le gris et non sur le jaune, sans aucune tache ni marbrure; les piquants ne sont point annelés.

Rapports et différences. Deux espèces d'*Ophiarthrum*, seulement, ont été décrites jusqu'ici. Celle-ci tout en présentant certains rapports avec l'*Ophiarthrum pictum* Müller et Tr. s'en distingue par ses plaques buccales plus allongées et régulièrement pentagonales, par ses plaques ventrales, évidées sur les côtés et rétrécies du côté adoral, de sorte qu'elles sont hexagonales au lieu d'être subcarrées, par ses plaques dorsales plus régulièrement ovales-transverses, et plus imbriquées, ensuite par ses piquants latéraux, toujours au nombre de quatre sauf tout à fait à l'extrémité, plus épais, moins aigus, plus inégaux, non annelés, enfin par des bras infiniment plus courts, 5 fois le diamètre du disque au lieu de 9 fois. Dans l'*Ophiarthrum elegans* Peters la forme des plaques buccales et celle des plaques ventrales

des bras sont fort différentes, de même que les papilles buccales, il y a moins de papilles dentaires, les bras sont plus grêles et plus longs, les piquants latéraux, plus courts, plus fins, plus pointus, au nombre de trois généralement, sont annelés et moins inégaux, le supérieur n'atteignant point les mêmes dimensions proportionnelles.

OPHIOTHRIX LONGIPEDA, Müller et Troschel (Lamarck).

SYNONYMIE.

Ophiura longipeda	Lamarck, 1816, Hist. nat. des animaux sans vertèbres, t. II, p. 544.
Id.	Blainville, 1834, Manuel d'Actinologie, p. 244.
Id.	Lamarck, 1840, Hist. nat. des animaux sans vertèbres, 2e éd., vol. III, p. 224.
Ophiothrix longipeda	Müller et Troschel, 1842, System der Asteriden, p. 113.
Id.	Michelin, 1845, Échinod. de l'Ile Maurice, p. 26, Mag. de Zoologie, 1845.
? *Id.*	var. Grube, 1857, Beschr. neuer od. wen. bek. Seesterne u. Seeigel, p. 42, pl. 1, fig. 3.
Id.	Lütken, 1859, Additamenta ad hist. Ophiuridarum, II, pp. 159 et 165.
Id.	Michelin, 1862, Échinides et Stellérides de l'Ile de la Réunion, in Maillard, Notes sur l'Ile de la Réunion, Annexe A, p. 2.
Id.	Dujardin et Hupé, 1862, Hist. nat. des Zoophytes Échinod., p. 281.
Id.	Lyman, 1865, Illustr. Catalogue of the Mus. of Comp. Zoology, n° 1, Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 176.
Id.	Ljungmann, 1866, Ophiura viv. huc usque cognita, Kongs Vetenskaps Akad. Förhandlingar, 1866, p. 332.
Id.	Lütken, 1859, Additamenta ad hist. Ophiur., III, p. 38.
Id.	Herklots, 1869, Échinod. peints par Kuhl, van Hasselt et S. Müller, pl. VII (Bijdrogen totde Dierkunde).
Id.	v. Martens, 1869, Seesterne und Seeigel, in v. der Dechen, Reisen in Ost-Afrika, III, p. 129.
Id.	v. Martens, 1870, Die Ophiuriden des indischen Oceans, Archiv. für Naturgeschichte, 36. Jahrg., p. 254.
Id.	Hoffmann, 1874, Énum. des Échinod. de Madagascar, Recherches sur Madagascar, V, p. 53.
Id.	Lyman, 1879, Ophiuren und Astroph. of the Challenger Exp. Bull. Mus. Comp. Zool., vol. VI, p. 54.
Id.	Möbius, 1880, Beitrag zur Meeresfauna der Insel Mauritius, p. 50.
Id.	Lyman, 1880, A preliminary list of the living Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 35.
Id.	Lyman, 1882, Reports on the scient. results of the Voyage of the Challenger Ophiuroidea, p. 220, pl. 47, fig. 4.
Id.	Th. Studer, 1882, Uebersicht ueber die Ophiuriden der Reise der Gazelle, p. 26, Abh. Akad. d. Wiss. Berlin, 1882.

Ophiothrix longipeda J. Bell, 1884, On a Coll. of Echinod. from Australia, Proc. Linn. Soc. New South Wales, IX, p. 500.
Id. Jeffrey Bell, 1888, Echinoderms from Tuticorin, Proc. Zool. Soc. London, 1888, pp. 384, 388.
Id. Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des indischen Archipels, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, t. 47, p. 512.
Id. P. de Loriol, 1893, Échinod. d'Amboine, Rev. suisse de Zoologie, t. I, p. 415.

Les exemplaires de cette espèce bien connue, recueillis à l'île Maurice, sont en général de grande taille, le diamètre du disque arrive à 20 mm.; les bras étant toujours incomplets je n'ai pu les mesurer. Ainsi que M. Lütken l'a fait remarquer, on ne peut comprendre la phrase de Müller et Troschel, qui dit que les plaques buccales sont divisées par une suture en deux parties, l'une aborale plus petite, couverte de petits corpuscules spiniformes analogues à ceux qui couvrent le disque; soit dans les exemplaires de Maurice, soit dans d'autres des Iles Viti qui proviennent du musée Godefroy, et dans d'autres d'Amboine, je vois ces plaques buccales entières, ovales-transverses (et non quadrangulaires) ou bien pentagonales, toujours un peu irrégulières. Les plaques buccales latérales sont petites, subtriangulaires, écartées à leur extrémité interne. A la base des bras les premiers articles portent jusqu'à dix petits piquants latéraux, ce nombre descend rapidement à six, parfois l'apparition d'un petit piquant à la face dorsale en dehors des deux grands piquants dorsaux fait monter ce nombre à sept. Ces piquants sont striés, échinulés sur toute la longueur de leurs côtés. Une petite écaille tentaculaire à chaque pore. Les bras sont plats, les plaques très finement chagrinées. Les plaques ventrales sont presque carrées avec les angles plus ou moins tronqués, marquées de points ou de taches d'un violet plus foncé sur du clair. Les dorsales, notablement plus larges que hautes, trapézoïdes, rétrécies du côté adoral avec le bord rectiligne; les bords latéraux, coupés en ligne droite, rentrants, forment un angle singulièrement aigu avec le bord aboral, qui est élargi et légèrement cintré; elles sont ordinairement ponctuées de violet foncé en avant et en arrière.

L'échantillon type décrit par Lamarck et par Müller et Troschel, provenait de l'île Maurice.

Ophiotrix mauritiensis, P. de Loriol, 1893.

(Pl. XXIV, fig. 5.)

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	13 mm.
Longueur des bras	130-140 mm.
Diamètre des bras au pourtour du disque, sans piquants	1 1/2 mm.
» » » avec les piquants étalés	6 mm.

Disque circulaire, légèrement pentagonal, assez renflé dans les espaces interbrachiaux, à la face ventrale. La face dorsale est entièrement couverte de bâtonnets très courts, cylindriques, terminés par une petite houppe. Comme ils sont un peu moins serrés sur les plaques radiales, on peut distinguer à peu près leur contour ; elles sont grandes, plus longues que larges, et forment un triangle presque régulier dont le côté externe est un peu plus court ; elles sont séparées, dans chaque paire, par une série d'écailles, et leur extrémité externe est un peu relevée. Sur la face ventrale les bâtonnets sont beaucoup moins serrés.

Plaques buccales petites, trapézoïdales, notablement plus larges que hautes, assez acuminées sur les côtés latéraux ; celle qui porte le corps madréporique est un peu plus grande et plus irrégulière que les autres ; elles sont appuyées, en dehors, sur deux écailles génitales arrondies et relevées. Plaques buccales latérales assez grandes relativement aux dimensions des plaques buccales contre lesquelles elles sont appliquées sans se toucher par leur bord interne. Onze à douze papilles dentaires seulement, assez développées. Dents fortes, presque cubiques.

Cinq bras grêles, très longs, leur longueur égale 10 à 11 fois le diamètre du disque. Plaques ventrales petites, un peu plus longues que larges, octogones, tronquées droit sur le bord aboral comme sur le bord adoral, non évidées sur les côtés latéraux. Plaques latérales étroites, n'empiétant nullement ni en dessus ni en dessous, légèrement relevées en crête. Plaques dorsales bien plus larges que longues, trapézoïdales ; leur bord aboral est arqué, avec une tendance à former une pointe vers l'extrémité des bras ; leurs angles latéraux sont obtus, parfois aussi un peu aigus. La surface des plaques est couverte d'un chagrin relativement assez grossier et parsemée de granules et de

bâtonnets très courts et très clairsemés, un peu plus abondants sur les articles rapprochés du disque. Dix piquants latéraux vitreux, très fins, grêles, acuminés, fortement échinulés, renflés en bouton à la base ; ils sont très inégaux, le supérieur très petit, le suivant déjà bien plus long, les trois inférieurs également très petits; les plus longs ont 2 $^1/_2$ mm. de longueur. Une petite écaille arrondie sur chaque pore tentaculaire.

La face dorsale du disque est jaunâtre; chaque plaque radiale porte une ou deux petites taches violettes; la face ventrale est violette dans les aires interbrachiales. Les bras, très indistinctement annelés, ont une teinte jaunâtre ou un peu violette, les piquants, d'un blanc jaunâtre, sont un peu plus foncés au sommet. Les plaques ventrales, d'un ton très clair, portent quatre petites taches ou deux lignes violettes.

Rapports et différences. Très voisine de l'*Ophiothrix demessa* Lyman, l'espèce que je viens de décrire s'en distingue par les caractères suivants. Elle a un nombre moindre de papilles dentaires, les plaques buccales sont rhomboédriques et non ovales, les plaques buccales latérales sont grandes, relativement aux plaques buccales, au lieu d'être étroites et très petites, les plaques ventrales des bras sont octogones, un peu plus longues que larges, les plaques dorsales sont plutôt obtuses sur les côtés au lieu d'être « unusually sharp » et les bâtonnets qu'elles portent sont rares et clairsemés, au lieu d'être serrés, enfin les proportions des piquants sont différentes.

Ophiothrix Robillardi, P. de Loriol, 1893.

(Pl. XXIV, fig. 3.)

DIMENSIONS.

Diamètre du disque ... 15 mm.
Longueur des bras? Aucun n'est complet; le plus long fragment a 120 mm, et il n'est point brisé près de son extrémité; ils avaient au moins 150 mm., soit environ 10 fois le diamètre du disque.
Largeur des bras au pourtour du disque, sans piquants ... 1 $^3/_4$ mm.

Disque plat sur sa face dorsale, renflé sur sa face ventrale dans les espaces interbrachiaux. Le centre est occupé par des petits bâtonnets striés, excessivement

courts, terminés par une petite houppe, leur forme n'est distincte que sous un fort grossissement, et ils paraissent portés par des granules excessivement fins; cinq bandes régulières, revêtues de la même manière, arrivent au pourtour où elles s'étalent pour occuper tout l'espace interbrachial; ces bandes sont bordées de chaque côté par des granules assez gros, arrondis, de couleur jaune, formant deux ou trois séries irrégulières. On ne distingue nulle part les écailles. A la face ventrale la peau du disque paraît revêtue d'écailles imbriquées d'une finesse extrême, avec des bâtonnets striés, écartés, épars, extrêmement petits, quoique un peu plus longs que ceux de la face dorsale. Plaques radiales relativement assez grandes, triangulaires avec le côté externe bien plus court, couvertes d'un chagrin absolument microscopique; elles sont séparées, sur toute leur longueur, dans chaque paire, par une ou deux séries de granules arrondis, identiques à ceux qui bordent les bandes interradiales, et l'extrémité externe de chaque plaque porte un groupe d'une douzaine de granules semblables, jaunes, et bien visibles à l'œil nu. Chaque plaque radiale est marquée d'une petite tache jaune près de son extrémité externe.

Plaques buccales petites, assez exactement triangulaires, avec les angles arrondis et le sommet en dehors; le bord adoral est un peu cintré, celle qui porte le corps madréporique est un peu plus grande et plus large en dehors. Plaques buccales latérales fort petites, appliquées contre les plaques buccales et fort écartées l'une de l'autre à leur extrémité interne. Papilles dentaires sur trois rangées; celles de la rangée externe de l'ovale sont très fines, régulières et serrées.

Cinq bras plats, relativement étroits, et paraissant avoir eu une longueur égale à environ dix fois le diamètre du disque. Plaques ventrales assez régulièrement hexagonales, un peu plus larges que hautes, anguleuses sur les côtés latéraux, mais point aiguës, et couvertes d'un chagrin microscopique; leur diamètre n'excède guère 1 mm. Les plaques latérales n'empiètent point, ni en dessus ni en dessous. Plaques dorsales environ trois fois aussi larges que hautes, un peu rétrécies en arrière, droites ou faiblement cintrées en dedans sur leur bord aboral, un peu aiguës sur les côtés. Six piquants latéraux à chaque article, le premier ventral est très court, le second déjà le double, le troisième plus long, les trois autres sont notablement plus longs, quoique relativement courts, puisqu'ils ne dépassent guère le diamètre du bras, çà et là un petit piquant supplémentaire très court, ou bien, aussi, cinq piquants seulement. Les piquants principaux sont un peu vitreux, subcylindriques,

légèrement aplatis, striés en long, presque lisses sur les côtés, sur lesquels on aperçoit, cependant, avec un fort grossissement, des soies très courtes, excessivement fines et serrées ; le sommet, qui est obtus, se termine par une houppe de soies semblables un peu plus longues. Sur chaque pore tentaculaire, une écaille subovale, très petite.

La couleur générale de la face dorsale du disque et des bras est un violet foncé ; sur le disque ressortent les lignes jaunes des petits granules et les taches des plaques radiales déjà indiquées; les bras sont indistinctement annelés de clair avec une ligne blanche médiane à peine perceptible. Sur la face ventrale, le disque est violet foncé, l'appareil buccal jaune, les bras violet clair avec les trois piquants inférieurs jaunes.

Rapports et différences. Je n'ai pu identifier cette espèce avec aucune de celles du même groupe qui me sont connues. Le revêtement du disque est bien différent de celui de l'*Oph. virgata* Lyman, et de celui de l'*Oph. aspidota* M. et Tr. La granulation du disque de l'*Oph. Galateæ* Lutken, soit en dessus soit en dessous, n'est pas la même, et ses piquants ont une autre apparence.

Ophiothrix triloba, v. Martens.

Pl. XXIV, fig. 4.

SYNONYMIE.

Ophiothrix triloba v. Martens, 1870, Die Ophiuriden des indischen Oceans. Archiv für Naturgeschichte, 36. Jahrgang., p. 260.

Id. Lyman, 1880, A preliminary list of the known gen. and spec. of living Ophiuridæ and Astrophytidæ, p. 36.

Id. Lyman, 1882, Reports on the scient. results of the Voyage of the Challenger, Ophiuroidæ, p. 227.

Id. Th. Studer, 1883, Uebersicht über die Ophiuriden der Reise der Gazelle, p. 26, Abh. der Berliner Akad. d. Wissensch. 1882.

Id. Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des indischen Archipels, Zeitschr. für wissensch. Zoologie, t. 47, p. 509.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	6-9 mm.
Longueur des bras	8-9 $^1/_2$ fois le diamètre du disque.
Largeur des bras au pourtour du disque	1 $^1/_2$ mm.

Disque circulaire, ou un peu contracté au milieu des aires interbrachiales, ordi-

nairement assez renflé sur sa face dorsale. Il est entièrement lisse et revêtu d'écailles très petites, inégales, irrégulières, les unes arrondies, les autres allongées, qui forment cinq larges bandes interradiales comprenant au moins douze séries; un nombre plus ou moins grand d'entre elles sont un peu relevées en tubercule, principalement sur les bords des bandes, et plusieurs portent un très petit granule qui ressort en blanc. Au centre du disque les écailles sont assez régulièrement arrondies et imbriquées. Plaques radiales allongées, étroites, triangulaires, le côté externe marginal est plus court, tantôt rectiligne, tantôt assez profondément échancré, l'extrémité externe, arrondie, se relève en formant comme une écaille; elles sont séparées, dans chaque paire, sur toute leur longueur, par une, ou le plus souvent deux séries d'écailles très petites, allongées, inégales, portant souvent un petit granule blanc. Tout le pourtour du disque est revêtu de petites écailles imbriquées, dont quelques-unes portent un petit granule microscopique. A la face inférieure on distingue avec peine des écailles extrêmement fines, imbriquées très serré.

Papilles dentaires relativement peu nombreuses, disposées sur trois séries verticales. Plaques buccales relativement petites, rhomboédriques, beaucoup plus larges que hautes, aiguës sur leurs côtés latéraux, appuyées en dehors contre deux écailles génitales saillantes et arrondies. Les plaques buccales latérales, assez grandes, relativement, irrégulièrement ovales ou subtriangulaires, sont rapprochées à leur extrémité interne sans cependant se toucher exactement.

Cinq bras grêles, assez longs. Plaques ventrales hexagonales, un peu plus longues que larges sur le disque, puis un peu plus larges que hautes, rectilignes sur leur bord adoral, souvent légèrement échancrées sur le bord aboral; les côtés latéraux sont anguleux sans être aigus. Plaques dorsales environ 2 $^1/_2$ fois plus larges que hautes, en forme de trapèze; le bord aboral est plus long, et, ordinairement, trilobé par deux petites échancrures, cette disposition, tantôt presque insensible, est souvent très apparente, surtout, généralement, dans les articles plus rapprochés de l'extrémité des bras que de la base; le bord adoral est rectiligne, les côtés latéraux coupés droit en rentrant du côté adoral; les angles sont arrondis. Six piquants latéraux; les deux supérieurs dorsaux, les plus longs, ne dépassent guère cependant le diamètre de l'article; ils sont minces, grêles, plats, obtus, vitreux, striés, échinulés sur toute leur longueur. Pores tentaculaires extrêmement petits, sans écaille.

Couleur bleu violet sur la face dorsale ; les plaques radiales portent chacune une ou deux petites taches jaunes, leur extrémité externe est jaune aussi. Tantôt les plaques dorsales sont de couleur uniforme, tantôt un peu marbrées de jaunâtre, mais non annelées de clair, la petite saillie médiane du bord aboral est ordinairement blanchâtre, ce qui la fait ressortir. La face ventrale est jaunâtre, une tache violette sur les plaques buccales, et, presque toujours, une tache violette allongée sur les deux côtés latéraux des plaques ventrales.

Rapports et différences. Cette espèce, par son disque absolument lisse, la disposition de ses écailles, ses petits piquants latéraux, ses plaques dorsales trilobées sur le bord aboral, etc., se distingue sans peine des autres. Les exemplaires, assez nombreux, que j'ai sous les yeux, sont parfaitement conformes à la description donnée par M. de Martens. C'est évidemment une faute d'impression qui lui a fait dire, ainsi que l'a remarqué M. Brock., (loc. cit.), que c'est le bord « *adoral* » au lieu du bord « *aboral* » qui est trilobé, et dont la saillie médiane est blanchâtre.

Ophiothrix trilineata, Lütken.

SYNONYMIE.

Ophiothrix trilineata Lütken, 1869. Additamenta ad historiam Ophiuridarum, t. III, pp. 40 et 82.
Id. v. Martens, 1870, Die Ophiuriden im indischen Ocean, Archiv. für Naturgeschichte, 36ter Jahrgang, p. 257.
Id. Lyman, 1880, A preliminary list of the known living Ophiur. and Astrophytidæ, p. 36.
Id. Lyman, 1882, Reports of the scient. results of the Voyage of the Challenger, Ophiuroidea, p. 222.
Id. Th. Studer, 1883, Ophiuriden der Reise der Gazelle, p. 26, Abhandl. der Berliner Akademie der Wiss. für 1882.
Id. Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des indischen Archipels, Zeitsch. für wiss. Zool., t. 47, p. 508.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	5-8 mm.
Longueur des bras	6-7 fois le diamètre du disque.

Disque plat, ou un peu convexe. Le centre est couvert d'écailles inégales plus ou moins anguleuses, relativement grandes, serrées, mais non imbriquées, il en part

cinq larges bandes interradiales, composées de quatre à cinq séries d'écailles allongées, ovales, ou un peu irrégulières, un peu plus grandes que celles du centre ; ces séries sont à peu près régulières. Toutes ces écailles sont couvertes d'un chagrin d'une finesse extrême, et la plupart d'entre elles portent un piquant très fin, très grêle, acuminé, non échinulé, de longueur inégale suivant les exemplaires ; les plus longs ont environ 1 $^{1}/_{2}$ mm. Sur le pourtour seulement, et sur la face ventrale, on distingue des bâtonnets extrêmement petits, bifurqués, trifurqués. Plaques radiales très grandes, triangulaires, très finement chagrinées, mais entièrement nues ; leur longueur égale à peu près le tiers du diamètre du disque ; le sommet du triangle est au centre ; le côté externe, souvent un peu évidé, et dont l'angle se relève un peu en écaille se trouve exactement sur le pourtour. Les deux plaques de chaque paire sont séparées l'une de l'autre par une série de deux ou trois écailles étroites et très allongées dont chacune porte, ordinairement, un long piquant.

Les papilles dentaires forment un groupe ovale, régulier, au pourtour duquel il s'en trouve une douzaine ; trois ou quatre constituent une série interne. Quatre dents, larges, plus longues que les papilles, tronquées, sauf la première dorsale qui est assez aiguë. Plaques buccales petites, subrhomboédriques ; leur bord externe est tantôt convexe, tantôt anguleux, du côté adoral existe toujours une pointe assez aiguë ; celle qui porte la plaque madréporique est un peu plus grande et plus ovale que les autres. Les plaques buccales latérales sont, relativement, grandes et étroites ; elles se touchent à peine en face de la pointe adorale des plaques buccales.

Cinq bras assez longs, grêles. Plaques ventrales presque carrées, à peu près aussi larges que longues, jusqu'à la moitié de la longueur environ ; elles deviennent ensuite, graduellement, plus longues que larges ; leur bord aboral est légèrement évidé, les bords latéraux presque rectilignes. Plaques dorsales plus larges que hautes, rhomboédriques, l'angle adoral et l'angle aboral sont arrondis, mais les latéraux sont fort aigus. Par suite de cette structure les plaques latérales entrant en triangle entre les plaques dorsales, concourent avec elles à la formation de la région dorsale des bras. Sept piquants latéraux, très inégaux, les trois inférieurs ventraux très courts, les supérieurs, au contraire, très longs, dans quelques exemplaires, la longueur des plus grands égale celle de cinq articles, dans d'autres de quatre seulement. Ces grands piquants sont vitreux, grêles, acuminés, munis sur les côtés, dès la base au sommet, d'aiguillons courts, aigus, relativement écartés.

Une seule écaille très petite pour chaque pore tentaculaire. La face dorsale du disque est d'un bleu violet plus ou moins intense, ou bien verdâtre, ou jaunâtre, les écailles qui séparent les deux plaques radiales d'une paire étant violettes. Sur le milieu de la face dorsale des bras, on remarque une ligne blanche bordée de chaque côté d'une ligne violette plus étroite, cette dernière est limitée en dehors par une étroite ligne blanche, on ne distingue ordinairement que ces cinq lignes, mais, dans quelques exemplaires, on aperçoit encore une ligne violette étroite tout à fait externe, de chaque côté, ce qui porte bien le nombre à sept comme l'indique Lutken. Les piquants latéraux sont ou blancs, ou piquetés de violet dans les exemplaires les plus foncés. La face ventrale est jaunâtre avec une ligne violette très étroite de chaque côté des bras. Deux exemplaires très typiques ont une couleur rosée légèrement purpurine, très délicate; sur la face dorsale de leurs bras se distinguent très nettement les sept lignes, alternativement blanches et violettes, mais il n'y a aucune ligne violette sur la face ventrale. J'ai examiné plus de vingt exemplaires; sauf les différences de couleur, les caractères sont très constants : on observe seulement quelques modifications, en somme légères, dans la longueur des bras et dans celle des piquants du disque et des bras.

Rapports et différences. L'*Ophiothrix trilineata*, d'après M. Brock (loc. cit.), serait très commune dans les mers indopacifiques; les exemplaires de l'île Maurice sont très exactement conformes à la description donnée par Lütken, et je n'éprouve pas de doute au sujet de leur identité; les lignes colorées de la face dorsale des bras, alternativement claires et foncées, en particulier, la font assez aisément reconnaître.

Ophiothrix lepidus, P. de Loriol, 1893.

Pl. XXV, fig. 1.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	5 mm.
Longueur des bras	69 mm.

Disque pentagonal évidé dans les espaces interbrachiaux, revêtu, au centre de la face dorsale et dans les aires interradiales, d'écailles peu nombreuses, dont les

contours ne se laissent pas voir avec précision à travers la peau ; quelques-unes, 5 ou 6 dans chaque espace interbrachial, et 8 à 10 au centre, portent un piquant fort long, très fin, aciculé, strié, mais nullement échinulé ; avec un fort grossissement on voit encore quelques soies, d'une petitesse telle qu'elles sont à peine distinctes. Sur la face ventrale apparaissent des soies extrêmement fines, mais on ne distingue pas d'écailles. Plaques radiales couvertes d'un chagrin excessivement fin, nues, très allongées, arrivant jusqu'à une faible distance du centre, par contre fort étroites ; leur forme est triangulaire, avec le sommet plus rapproché de l'extrémité interne, et la base légèrement évidée au milieu, leurs deux extrémités se touchent dans chaque paire, mais, au milieu, elles sont séparées par deux écailles allongées et étroites dont l'une (rarement les deux), porte un long piquant semblable aux autres, l'extrémité externe est légèrement relevée.

Mâchoires larges et courtes. Papilles dentaires formant un groupe régulièrement ovale, on en compte 16 sur le pourtour et 4 ou 5 dans la rangée interne. Plaques buccales extrêmement larges, au moins trois fois plus larges que hautes, triangulaires, avec le sommet adoral, les côtés sont légèrement évidés, la base est presque rectiligne ; celle qui porte le corps madréporique est un peu plus oblongue et moins large ; la surface est finement chagrinée et sillonnée. Plaques latérales buccales relativement fort grandes ; arquées, subquadrangulaires, très allongées, un peu plus larges à leur extrémité externe, qui dépasse les plaques buccales et va s'appuyer sur la première plaque ventrale des bras ; à leur extrémité interne elles sont contiguës en face du sommet des triangles des plaques buccales, sur les côtés desquelles elles sont exactement appliquées. On distingue de larges écailles génitales.

Cinq bras grêles relativement longs, puisque leur longueur atteint 13 à 14 fois le diamètre du disque. Plaques ventrales quadrangulaires avec les angles arrondis ; les côtés latéraux sont évidés, les deux autres rectilignes, ou bien aussi le bord adoral est un peu arqué et l'aboral légèrement échancré. Plaques dorsales subhexagonales, plus longues que larges, élargies sur leurs deux angles latéraux les plus rapprochés du bord aboral. Toutes ces plaques, vues à la loupe, paraissent chagrinées, les dorsales un peu plus finement que les ventrales. Quatre piquants latéraux sur une crête des plaques latérales ; l'inférieur ventral atteint en longueur le bord aboral de l'article contigu, par contre les deux supérieurs dorsaux, à peu près égaux, atteignent une longueur de 6 mm. égale, au moins, à la hauteur de

cinq articles. Ces piquants ont à leur base un petit anneau saillant ; ils sont grêles, un peu aplatis, acuminés, leur aspect est vitreux et transparent ; à peu de distance de l'anneau commencent les aiguillons latéraux, courts, très aigus, écartés ; on en compte une vingtaine jusqu'à la pointe. A côté du piquant ventral on distingue çà et là un piquant à crochet, minuscule, pellucide, portant trois aiguillons outre le crochet terminal. Il n'y a pas d'écailles sur les pores tentaculaires.

Couleur de la face dorsale rosée avec les plaques radiales d'un pourpre foncé à bordure pâle, le pourtour également pourpre. Une large bande purpurine occupe la face dorsale des bras; une autre, plus étroite, se montre sur leur face ventrale dont le reste est rosé.

Rapports et différences. Cette espèce appartient au groupe de l'*Ophiothrix Suensoni* Lutken, elle s'en distingue par l'absence de petites écailles nombreuses et bien définies sur la face dorsale du disque, et sur sa face ventrale, par ses plaques radiales plus étroites, ses plaques buccales plus larges relativement, de même que les mâchoires, par ses bras plus longs relativement au disque, et par ses piquants latéraux au nombre de quatre, au plus, dont les plus longs n'arrivent pas à couvrir 8 articles. J'ai pu comparer des exemplaires de l'*O. Suensoni* que je dois à l'amitié de M. Lütken. L'*Oph. purpurea*, de Martens, a les bras relativement beaucoup moins longs, leur longueur ne dépassant pas six à sept fois le diamètre du disque, la face dorsale de son disque porte de nombreux petits piquants courts et obtus indépendamment des longs piquants, les plaques buccales sont en croissant, plus longues que larges, les plaques dorsales des bras sont pentagonales, les piquants latéraux sont plus courts, et il n'y en a que trois.

Ophiothrix fallax, P. de Loriol, 1893.

Pl. XXV, fig. 2.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	4 1/2 mm.
Longueur des bras	53 mm.

Disque pentagonal, un peu renflé sur sa face dorsale. Celle-ci est revêtue d'écailles très petites, à peine distinctes au centre et dans les espaces interbrachiaux où

elles forment cinq larges bandes régulières. Un très petit nombre de longues épines lisses et aciculées ainsi que de très rares granules se montrent çà et là. A la face ventrale les écailles sont très difficiles à distinguer, la peau paraît nue. Plaques radiales fort grandes, largement triangulaires, arrivant à peu de distance du centre du disque ; le sommet du triangle est aigu et un peu rapproché du pourtour, l'extrémité externe est légèrement relevée en écaille. Dans chaque paire les deux extrémités se touchent; elles sont faiblement séparées au milieu et le vide est occupé par des écailles extrêmement fines, à peine perceptibles; on remarque quelques grains très rares sur leur surface.

Papilles dentaires constituant un groupe ovale, régulier; il y en a une vingtaine au pourtour et cinq ou six sur une série au milieu. Plaques buccales triangulaires, très larges, au moins deux fois plus larges que hautes, le bord aboral est arrondi, les côtés un peu évidés, le sommet adoral aigu. Plaques buccales latérales étroites, allongées, étroitement appliquées contre les côtés des pièces buccales que dépasse leur extrémité externe, et en face du sommet desquelles se réunissent leurs extrémités internes.

Cinq bras très grêles et relativement longs, leur longueur égalant 14 fois le diamètre du disque. Plaques ventrales subrectangulaires, avec les angles tronqués du côté aboral, les côtés latéraux sont un peu évidés, le bord adoral et le bord aboral rectilignes. Plaques dorsales subhexagonales, notablement plus longues que larges, très élargies en avant sur les deux angles latéraux qui sont aigus, et fortement rétrécies en arrière. Quatre piquants latéraux, l'inférieur ventral est très petit, le second bien plus long, et les deux supérieurs dorsaux très longs, égalant à peu près la longueur de cinq articles; ils sont pellucides, grêles, acuminés et aigus à la pointe, aplatis, striés, garnis d'ardillons très écartés, très faibles, sauf vers l'extrémité où ils sont un peu plus prononcés. A côté du piquant ventral se trouve ordinairement un très petit piquant pellucide contourné en crochet à l'extrémité, avec deux ou trois petits ardillons. On ne voit pas d'écaille sur les pores tentaculaires.

La face dorsale du disque est verdâtre, très pâle, un filet purpurin très délié borde le pourtour de chacune des plaques radiales, et un autre, également fin, le pourtour du disque, les bras sont rougeâtres avec une ligne purpurine très étroite au milieu de la face dorsale et deux lignes parallèles plus pâles et plus étroites à la face ventrale qui, souvent, se confondent en une seule. Les piquants latéraux sont foncés, de couleur rougeâtre.

Rapports et différences. Indépendamment de différences de couleur très sensibles, l'*Oph. fallax* se distingue de l'*Oph. lepidus* par ses plaques radiales bien plus larges et de forme différente, séparées par de très petites écailles, et non par deux longues écailles seulement, par la face dorsale de son disque presque dépourvue de piquants, ses pièces dorsales et ventrales un peu différentes de forme, ses piquants latéraux moins échinulés.

Ophiothrix picturatus, P. de Loriol, 1893.

Pl. XXV, fig. 3.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	7 mm.
Longueur connue des bras	55 mm.
Diamètre des bras	1 ³/₄ mm.

Disque pentagonal, un peu excavé dans les aires interbrachiales. La face dorsale est revêtue de bâtonnets cylindriques, relativement massifs, quoique très petits, couronnés de quelques petites soies au sommet, pas très serrés, plus clairsemés encore sur les plaques radiales dont ils ne permettent cependant pas de discerner le contour. Sur la face ventrale les bâtonnets ont plutôt l'apparence de petits piquants pointus.

Plaques buccales rhomboédriques, plus larges que hautes. Plaques latérales buccales relativement très grandes, allongées, très écartées et un peu élargies à leur extrémité interne qui est logée entre la mâchoire et la première plaque ventrale. Chacune de ces quinze plaques porte un point noir. Mâchoires étroites, allongées et très séparées. Papilles dentaires sur trois rangées verticales, assez grosses, et relativement peu nombreuses.

Cinq bras malheureusement incomplets, le plus long, qui est brisé, a 55 mm.; leur longueur devait certainement dépasser 10 fois le diamètre du disque. La première plaque ventrale est très élargie et arrondie sur le bord aboral, rapidement et fortement acuminée sur le bord adoral; les autres sont presque régulièrement carrées avec les angles arrondis, un peu plus larges que hautes, légèrement rétré-

cies sur le bord adoral, et un peu imbriquées. Plaques dorsales convexes, plus larges que hautes, hexagonales, rétrécies sur leur bord adoral, élargies et arrondies sur le bord aboral; les angles latéraux sont aigus; à une certaine distance du disque elles sont plutôt trapézoïdes. Sept piquants sur les crêtes des plaques latérales, l'inférieur ventral très court, le supérieur dorsal le plus long, mais, relativement, court, car il ne dépasse guère, en longueur, le diamètre du bras. Ces piquants, relativement très courts, sont transparents, aigus ou obtus, grêles, striés, à peine échinulés, sauf vers le sommet où l'on distingue de petits ardillons. Une petite écaille sur chaque pore tentaculaire.

La couleur générale est un violet clair; sur les plaques dorsales des bras se montrent des points noirs en nombre variable; sur les plaques ventrales on voit ordinairement un point noir et une bordure violette sur un fond pâle.

Rapports et différences. Je ne connais malheureusement qu'un seul exemplaire dont aucun des bras n'est entier. Je ne puis le rapporter à aucune des espèces qui sont décrites. Le revêtement du disque composé uniquement et partout de petits bâtonnets cylindriques, la position des pièces latérales buccales, et la faible longueur des piquants, sont autant de caractères qui permettent de distinguer facilement l'espèce.

Ophiothrix tristis, P. de Loriol, 1893.

Pl. XXV, fig. 4.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque .... 6-8 mm.
Longueur des bras .... 6 fois le diamètre du disque.

Disque circulaire, plat; au centre de la face dorsale se trouve un groupe d'une vingtaine d'écailles relativement grandes, arrondies ou irrégulières, non imbriquées; de là partent cinq bandes interradiales, composées chacune de quatre ou cinq séries d'écailles peu nombreuses, plus grandes et plus allongées que celles du centre, au nombre de 8 ou 9 par série. La plupart de ces écailles portent un long piquant grêle, cylindrique, aciculé, lisse. Plaques radiales très grandes, plates, entièrement nues, triangulaires; le sommet du triangle se trouvant très rapproché

du pourtour, l'un des côtés contribue à former ce dernier; l'extrémité interne est pointue et arrive à une faible distance du centre; l'extrémité externe est un peu relevée en écaille; les plaques sont très rapprochées dans chaque paire, mais cependant séparées, sur toute leur longueur, par un petit nombre d'écailles très allongées. Les plaques radiales et les écailles sont toutes très finement chagrinées. La face ventrale du disque paraît couverte d'écailles excessivement fines.

Plaques buccales triangulaires, au moins deux fois aussi larges que hautes, leur sommet est aigu et adoral, les côtés sont un peu évidés, la base, qui forme le bord aboral, est rectiligne ou un peu échancrée au milieu; la plaque qui porte le corps madréporique est plus grande et plus irrégulière. Plaques latérales buccales grandes, étroites, allongées, appliquées sur les côtés des plaques buccales qu'elles dépassent à leur extrémité externe, laquelle se trouve appuyée sur la première plaque ventrale des bras; elles sont contiguës à leur extrémité interne. Papilles dentaires fort petites, formant un groupe ovale; on en compte une vingtaine dans la série externe et il y a encore deux petites séries internes.

Cinq bras relativement courts, assez épais à la base. Plaques ventrales à peu près régulièrement carrées, un peu plus longues que larges, légèrement échancrées en avant, et faiblement arrondies sur le bord adoral; les côtés sont rectilignes. Plaques dorsales en éventail, relativement petites, arrondies sur le bord aboral, très rétrécies en arrière, les deux angles antérieurs sont aigus, les côtés latéraux obliquement rectilignes. Les plaques latérales empiètent un peu sur la face dorsale, nullement sur la face ventrale. Six à sept piquants latéraux courts; l'inférieur ventral est fort bref et forme un crochet à trois ardillons; le supérieur dorsal est le plus long, sa longueur atteint environ celle de quatre plaques dorsales, ou deux fois le diamètre des bras, soit 3 mm. Ces piquants sont pellucides, aciculés, faiblement échinulés sur toute leur longueur, les ardillons, extrêmement courts, sont aussi fort écartés. Il n'y a pas d'écailles sur les pores tentaculaires des quatre ou cinq premiers articles, plus loin les pores sont moins ouverts et une très petite écaille me paraît les fermer.

La couleur générale est un violet très foncé, presque noir; dans l'un des exemplaires les plaques radiales sont entièrement blanches, dans l'autre elles ne le sont que partiellement; sur la face dorsale des bras deux ou trois articles sont alternativement, ou entièrement blancs, ou violet noir, sur ces derniers seulement, se voient cinq lignes dorsales extrêmement étroites alternativement blanches et foncées. La face ventrale est pâle, les piquants violet foncé.

Rapports et différences. Cette espèce, dont je connais deux exemplaires, est voisine de l'*Oph. trilineata*, mais elle en diffère par ses bras relativement plus courts, ses piquants latéraux plus courts aussi, les plaques dorsales de ses bras plus en éventail, ses plaques ventrales plus allongées, des écailles plus nombreuses sur la face dorsale du disque, au centre et dans les aires interbrachiales, puis par quelques différences de forme dans les pièces buccales et les pièces latérales, enfin par une coloration très différente et l'absence des lignes parallèles complètes à la face dorsale des bras.

Ophiothela isidicola, Lütken.

SYNONYMIE.

Ophiothela isidicola Lütken, 1872, Ophiuridarum novarum vel minus cognitarum descr. nonnullæ, Bulletin de la Société royale de Copenhague, 1872, n° 2, p. 92, pl. 1 et 2, fig. 4.

Id. Lyman, 1875, Illustr. Cat. of the Mus. of comp. Zoology at Harvard Coll., vol. VIII, pl. 4, fig. 60 (Results of the Hassler Exped. Ophiuridæ and Astrophytidæ).

Id. Lyman, 1882, Report. of the scient. results of the Voyage of the Challenger, Zool., vol. V, Ophiuroidea, pp. 231, 312, 326.

Id. Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des indischen Archipels, Zeitsch. f. wiss. Zool., t. 47, p. 537.

J'ai sous les yeux de nombreux exemplaires d'un *Ophiothela* vivant sur les Gorgones et je les rapporte avec certitude à l'*Oph. isidicola*, qui a été admirablement bien décrit et figuré par M. Lütken. La taille, seulement, est inférieure, le disque du plus grand exemplaire n'a que 3 mm. de diamètre au lieu de 5. A part cela les caractères sont identiques. Les granules arrondis qui se montrent épars sur toute la face dorsale du disque sont ordinairement plus clairsemés sur les grandes plaques radiales qui occupent à peu près tout le disque, arrivant presque jusqu'au centre, et qui paraissent couvertes d'un chagrin microscopique d'une finesse extrême ; au centre se montrent quelques granules plus gros que les autres. Les plaques buccales sont très petites. On distingue des papilles dentaires assez nombreuses.

Tous les exemplaires ont six bras dont la longueur égale environ trois fois le diamètre du disque. Sur la face dorsale on distingue, sur chaque article, un gra-

nule transverse notablement plus grand que les autres, formant une série assez régulière tout le long du bras; entre chacun de ces granules-plaques il y a, ordinairement, deux séries transverses de granules arrondis. Cinq piquants latéraux. Couleur blanc rosé.

Dans sa description, M. Lütken mentionne un *Ophiothela* trouvé sur des Gorgones de l'île Maurice, mais il ne paraît pas l'envisager comme distinct de son *Oph. isidicola* sans toutefois l'exprimer précisément. Duncan (Ophiuroidea from the Korean Seas) a décrit un *Ophiothela Verrilii* qui, à en juger par la figure, ressemble extrêmement à l'*Ophiothela isidicola;* il mentionne des exemplaires d'un *Ophiothela* de la mer Rouge, très voisin de son espèce. Il dit, dans sa description de l'*Oph. Verrilii*, que les granules de la face dorsale du disque ont un pédoncule étranglé, une large base, et le sommet finement épineux, je ne vois pas cela dans les exemplaires de Maurice, et M. Lütken ne donne point ces caractères. Je ne puis distinguer non plus une épine qui serait placée sur les pièces latérales buccales de l'*Oph. Verrilii.* Dans tous les cas les deux espèces sont extrêmement voisines et, si l'on ne comparait que les figures données, l'on pourrait les regarder comme identiques.

OPHIOMYXA ROBILLARDI, P. de Loriol, 1893.

Pl. XXV, fig. 5.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque .... 9-27 mm.
Longueur des bras dès l'origine .... 6 fois le diamètre du disque.
Largeur des bras au pourtour du disque dans les plus grands exempl. : 4 mm.

Disque pentagonal, aplati, couvert d'une peau épaisse absolument lisse. Le pourtour est garni d'écailles qui se voient très nettement dans les exemplaires desséchés; dans chaque espace interbrachial on distingue, au milieu, une écaille allongée, transverse, puis, de chaque côté, quatre ou cinq écailles plus petites, arrondies, très imbriquées. A la base des bras deux écailles étroites et allongées et une petite intermédiaire. Sur la face inférieure, la peau est également lisse ; une série d'écail-

les allongées, étroites, inégales, borde les fentes génitales et se continue jusqu'aux écailles du pourtour. Plaques radiales relativement petites, largement ovales ou un peu triangulaires, presque aussi longues que larges.

Plaques buccales petites, ovales transverses, assez régulières, parfois aussi un peu triangulaires avec le sommet en dedans. Plaques latérales buccales fort petites, triangulaires, appliquées sur leur base contre les pièces buccales ; elles ne paraissent pas se toucher à leur extrémité interne. Trois papilles buccales de chaque côté des fentes buccales, qui sont très courtes, et une au sommet de chaque angle ; elles sont en palette et bordées d'une frange pellucide assez large, portant, dans les exemplaires de taille moyenne, six dentelures relativement longues, surtout les médianes ; le nombre de ces dentelures augmente avec l'âge et on en compte jusqu'à huit sur les papilles buccales des plus grands exemplaires. Chaque pile dentaire est composée de six dents arrondies, à peu près égales, sauf la basilaire qui est plus étroite ; leur bord externe est frangé de petites pointes pellucides nombreuses, longues et très fines, plus courtes que celles de la base. Entre les piles se trouvent deux ou trois papilles pointues.

Cinq bras relativement longs, très convexes sur leur face dorsale. Les plaques dorsales sont fort étroites sur les côtés, mais élargies sur leur milieu ; elles paraissent divisées en trois parties par des sutures presque invisibles. Plaques ventrales un peu renflées au milieu, presque aussi larges que hautes, un peu rétrécies sur le bord adoral, arquées sur les côtés, profondément échancrées sur le bord aboral. Cinq piquants latéraux coniques, obtus, un peu renflés au milieu, échinulés au sommet, relativement assez longs car ils atteignent la base de ceux de la série voisine, égaux entre eux, libres jusqu'à leur base ; le supérieur dorsal est un peu écarté des autres. Point d'écaille sur les pores tentaculaires.

Couleur purpurine foncée en dessus et en dessous. Les bras sont plus ou moins annelés de clair et de foncé.

Rapports et différences. Voisine de l'*Oph. australis* Lütken, cette espèce, dont je connais de nombreux exemplaires à divers degrés de développement, s'en distingue par la structure des plaques dorsales de ses bras et par la forme de ses plaques ventrales, par les écailles du pourtour du disque plus nombreuses, et les papilles buccales plus longuement denticulées sur la frange du pourtour. Dans l'*Oph. brevispina*, v. Martens, les écailles du pourtour du disque sont plus serrées et plus nombreuses, les piquants latéraux moins nombreux et plus courts.

Asteroschema Rousseaui, Michelin.

SYNONYMIE.

Asteroschema Rousseaui	Michelin, 1862, in Maillard, Notes sur l'Ile de la Réunion, Annexe A, Échinides et Stellérides, pp. 2 et 6.
Id.	v. Martens, 1869, Seesterne und Seeigel, in v. der Dechen Reisen in Ost-Afrika, III, p. 129.
Asteromorpha Steenstrupi	Lütken, 1869, Additamenta ad historiam Ophiuridarum, t. III, pp. 42 et 82, Bois dans le texte.
Id.	Lyman, 1872, Note sur les Ophiurides et Euryales du Mus. d'hist. nat. de Paris, p. 5 (Ann. sc. nat. 1872, art. IV).
Asteromorpha Rousseaui	Lütken, 1872, Ophiuridarum nov. et minus cogn. descr. nonnullæ, Bull. Soc. royale de Copenhague, 1872, t. II, p. 96, Résumé, p. 27.
Asteroschema Rousseaui	Hoffmann, 1874, Énum. des Échinod. de Madagascar, Recherches sur la faune de Madagascar, 5ᵉ part., p. 53.
Asteroschema Steenstrupi	Lyman, 1875, Illustr. Catal. Mus. Comp. Zool. at Harvard College, nº VIII, p. 26.
Id.	Lyman, 1880, A preliminary list of the known gen. and spec. of living Ophiur. and Astrophyt., p. 45.
Id.	Lyman, 1882, Report on the scient. Results of the Voyage of the Challenger, Ophiuroidea, p. 278.
Id.	Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des ind. Archipels, Zeitschr. für wiss. Zool., t. 47, p. 539.

DIMENSIONS.

Diamètre du disque	4-8 mm.
Longueur des bras	environ 8 fois le diamètre du disque.
Épaisseur des bras à leur origine, dans le plus grand exemplaire	3 mm.

Disque circulaire, un peu échancré dans les aires interbrachiales, divisé, sur la face dorsale, en dix secteurs sensiblement égaux, par dix bandes rayonnantes, de couleur brune, très étroites, couvertes de granules extrêmement fins formant 3 à 4 séries assez régulières; les secteurs sont revêtus de granules plus volumineux, disposés en séries; celles qui suivent le pourtour sont rectilignes et régulières, les autres, un peu concentriques, le sont moins; quelques-unes, quatre environ pour chaque secteur, se continuent sur le pourtour vers la face ventrale. Les granules qui couvrent la face ventrale sont beaucoup plus fins, plus serrés et épars.

Fentes buccales très courtes, elles sont bordées de granules pointus que l'on

pourrait prendre pour des papilles buccales. Il m'est impossible de distinguer des plaques buccales. Dans chaque aire interbrachiale, un peu sur le pourtour, se trouve une dépression marquée dans laquelle s'ouvrent deux pores génitaux.

Cinq bras, quatre dans un exemplaire, ils sont fort longs, graduellement effilés, très ténus à leur extrémité, très convexes sur leur face dorsale, aplatis sur la face ventrale. Les trois ou quatre premiers articles sont divisés par un sillon médian dorsal en deux bourrelets plus ou moins accentués. La séparation des articles est bien marquée par une bande annulaire impressionnée, très étroite, couverte de granules d'une extrême finesse et de couleur brune. La limite entre la convexité de la face dorsale et le replat de la face ventrale est nettement définie par une série de bourrelets, un pour chaque article, correspondant à une bande saillante, transverse, de même largeur sur la face ventrale. Sur la face dorsale les anneaux sont couverts de granules très fins, formant, sur chacun, quatre ou cinq séries assez régulières; la face ventrale est uniformément couverte de granules encore plus fins, épars, serrés et homogènes. Deux piquants très petits, logés dans les intervalles, entre les bourrelets marginaux. Couleur jaune.

Rapports et différences. L'*Ast. Rousseaui*, a été brièvement décrit par Michelin, cependant de manière à pouvoir le reconnaître. M. Lütken l'a fait depuis entièrement connaître sous un autre nom, par une description très complète et une figure. Cependant, comme il n'y a aucun doute sur l'identité des deux espèces, c'est le nom imposé par Michelin qui a la priorité. M. Lütken avait cru devoir créer une coupe nouvelle pour y placer cette espèce, le genre *Asteromorpha*, mais M. Lyman a montré qu'il n'était pas fondé sur des caractères suffisants pour être conservé et que l'espèce devait rentrer dans les *Asteroschema*. M. Lyman a aussi reconnu, d'après l'examen des exemplaires originaux de Michelin, que l'*Ast. Rousseaui* est parfaitement la même espèce que l'*Asteromorpha Steenstrupi*.

Astrophyton clavatum, Lyman.

SYNONYMIE.

Astrophyton clavatum Lyman, 1862, Proceed. Boston Soc. nat. hist., vol. VIII, p. 85.
Id. Lyman, 1865, Ophiuridæ and Astrophytidæ, Ill. Catalogue of the Museum of compar. Zoology, n° 1, p. 191.

Astrophyton clavatum	Ljungmann, 1866, Ophiuroidea viventia huc usque cognita, Kongl. Vetensk., Akad. Förhandlingar, 1836, p. 366.
Id.	v. Martens. 1869, Seesterne und Seeigel, in von der Dechen Reisen in Ost-Afrika, vol. III, p. 129.
Id.	Lyman, 1880, A prelim. list of the known genera and sp. of living Ophiur. and Astrophyt., p. 41.
Id.	Möbius, 1880, Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius, p. 50.
Id.	J. Bell, 1881, Echinoderm Fauna of Ceylon, Ann. and Mag. of nat. hist., 1882, p. 224.
Id.	Lyman, 1882, Report on the sc. results of the Challenger Exp. Ophiuroidea, p. 258.
Id.	J. Bell, 1887, On the Echinoderm fauna of Ceylon, Trans. Dublin R. Society, série II, vol. III, p. 649
Id.	J. Bell, 1888, Echinoderms from Tuticorin, Proc. Zool. Soc. of London, 1888, p. 388.
Id.	Brock, 1888, Die Ophiuridenfauna des ind. Archipels, Zeitschrift für wissensch. Zoologie, v. 47, p. 538.

Quelques exemplaires envoyés par Robillard présentent fort exactement les caractères assignés par M. Lyman à cette espèce, déjà citée à l'île Maurice par M. Möbius, et par M. Bell (Echinod. of Ceylan, loc. cit.). Dans le plus grand de ces individus le diamètre maximum du disque atteint 42 mm., et le diamètre des bras, avant la première division, sur le disque, 13 mm.

CRINOIDES

Antedon carinata, Lamarck.

SYNONYMIE.

Comatula carinata	Lamarck, 1816, Hist. nat. Animaux sans vert., t. II, p. 534.
Id.	Michelin, 1845, Essai d'une faune de l'Ile Maurice, p. 27 (Revue et Mag. de Zoologie, 1845).
Antedon brasiliensis	Lütken in Verrill, 1867, Trans. Connecticut Acad. sc. arts, vol. I, p. 341.
Antedon carinata	H. Carpenter, 1888, Report on the sc. results of the Voyage of the Challenger. Comatulæ, p. 199, pl. 3, fig. 1-3, pl. 34.

(Voir dans ce dernier ouvrage la synonymie longue et complète de l'espèce.)

Un petit nombre d'exemplaires desséchés ont été envoyés par Robillard. Ils

sont très suffisamment bien conservés pour permettre une détermination correcte, mais ne me fournissent rien à ajouter aux descriptions si complètes de Carpenter. Je note seulement qu'un exemplaire très parfait, recueilli à Rio-de-Janeiro, ne me laisse entrevoir aucune différence en le comparant à ceux de Maurice.

Dans le tableau suivant, je donne l'énumération des espèces d'Ophiurides de l'Ile Maurice envoyées par Robillard, en indiquant, pour les espèces déjà connues, les autres localités où elles ont été signalées. J'ai puisé la plupart de ces renseignements dans le magnifique ouvrage de M. Lyman : « Sc. Reports of the Voyage of the Challenger, Ophiuridæ and Astrophytidæ. »

Ophiopeza fallax	Peters. Iles Querimba, Mozambique, Zanzibar.
Ophiopezella dubiosa	P. de Loriol.
Pectinura venusta	P. de Loriol.
Ophiolepis cincta	Müller et Troschel. Mer Rouge, Aden, Zanzibar, Mozambique, Luçon, Larentuka-Flores, Amboine, îles Fidji, Tuticorin, Merghi, N.-Guinée.
Ophiolepis annulosa	Müller et Troschel. Mer Rouge, Zanzibar, Mozambique, Ile de la Réunion, Madagascar, Tuticorin, Andaman, Larentuka-Flores, Timor, îles Samoa, Amboine.
Ophioplocus imbricatus	Müller et Troschel. Zanzibar, Mozambique, Madagascar, Ceylan, Tuticorin, Iles Nicobar, Luçon, Flores, Timor, Amboine, Japon, Port Denison Australie (Bell.).
Ophionereis dubia	Müller et Troschel. Mer Rouge, Java, Amboine, Honolulu; var. *sinensis*, Corée (Martin Duncan).
Ophiocoma erinaceus	Müller et Troschel. Mer Rouge, Zanzibar, Madagascar, La Réunion, Mozambique, Luçon, Mindanao, Amboine, Ceylan, Flores, Timor, Tuticorin, Archipel Salomon, îles Kingsmill, îles Fidji, Tahiti, îles Sandwich, Port Moresby Australie (Bell.).
Ophiocoma brevipes	Peters. Mozambique, îles Querimba, Tuticorin, Ceylan, Flores, Iles Samoa, îles Fidji, îles Sandwich. îles Kingsmill.
Ophiocoma lineolata	Müller et Troschel. Mer Rouge, Madagascar, Timor, Amboine, Java, Ceylan, Iles Kingsmill, Iles Sandwich, Iles de la Société, Iles Fidji.
Ophiocoma Valenciæ	Müller et Troschel. Mer Rouge, Zanzibar, Aden, Mozambique, îles Samoa, îles Fidji.
Ophiocoma scolopendrina	(Lamk.), Agassiz. Mer Rouge, îles de la Réunion, Zanzibar, Mozambique, Madagascar, Ceylan, Merghi, Tuticorin, îles Nicobar, Amboine, Tahiti, Philippines, détroit de Torrès, îles Banda, îles Viti, Nouv.-Guinée, îles Fidji.
Ophiarachna armata	Troschel.
Ophiarachna Robillardi	P. de Loriol.
Ophiarachna mauritiensis	P. de Loriol.
Ophiarthrum Lymani	P. de Loriol.

Ophiothrix longipeda	Müller et Troschel. Mer Rouge, La Réunion, Madagascar, Nicobar, Singapore, Tuticorin, Java, Amboine, Timor, Zamboanga, îles Fidji, îles Samoa, îles de la Société, îles Tonga.
Ophiothrix mauritiensis	P. de Loriol.
Ophiothrix Robillardi	P. de Loriol.
Ophiothrix triloba	v. Martens. Mer Rouge, Amboine, îles Tonga.
Ophiothrix trilineata	Lutken. Iles Samoa, Amboine, Batavia, Nouvelle-Guinée, Tongatabu.
Ophiothrix lepidus	P. de Loriol.
Ophiotrix picturatus	P. de Loriol.
Ophiothrix fallax	P. de Loriol.
Ophiothrix tristis	P. de Loriol.
Ophiothela isidicola	Lütken. Formose, Philippines (Brock).
Ophiomyxa Robillardi	P. de Loriol.
Asteroschema Rousseaui	Michelin. Ile de la Réunion, Madagascar.
Astrophyton clavatum	Lyman. Zanzibar, Ceylan, Tuticorin.

CRINOIDES

Antedon carinata	Lamarck. Mer Rouge, Zanzibar, Iles Seychelles, Aden, Madagascar, Ceylan, Ste-Hélène, Rio-de-Janeiro, Venezuela, Ste-Lucie.

Sur ces trente espèces, treize seraient jusqu'ici spéciales à l'île Maurice, deux autres *Ophiopeza fallax* et *Asteroschema Rousseaui*, n'ont pas encore été rencontrées, à ma connaissance du moins, en dehors de Mozambique et des Mascareignes. Quant aux autres espèces deux seulement n'ont pas encore été citées de la mer Rouge ou des îles voisines, mais toutes ont été recueillies, soit dans l'Archipel indien, soit dans les Archipels du Grand Océan. Il en est trois enfin qui ont été citées en Australie.

SUPPLÉMENT

Il y a quelques années, en 1884, Robillard m'écrivit qu'un Échinide très curieux avait été retiré sur une ligne de pêcheur d'un fond de 200 mètres. Comme cet exemplaire ne lui appartenait pas, et que la personne qui le possédait ne voulait pas s'en défaire, il dut se borner à m'en envoyer la photographie. Je n'osai pas décrire l'espèce sans avoir un échantillon sous les yeux. Depuis lors M. Bell a eu la bonne fortune d'acquérir, pour le British Museum, un exemplaire de cet intéressant Échinide et il vient de le décrire sous le nom de :

Cidaris curvatispinis, Bell.

Cidaris curvatispinis J. Bell, 1893, Descr. of a remarkable new Sea-Urchin of the Genus Cidaris from Mauritius, Trans. of the Zoological Society of London, vol. XIII, part. VI, p. 303, pl. XXXVIII.

Le diamètre du test est de 50 mm. Les radioles des tubercules principaux atteignent 150 mm. de longueur ; la tige, arquée, est tricarénée à sa base, puis elle devient simplement aplatie et, enfin, elle s'arrondit vers l'extrémité ; la surface est finement striée, la partie basilaire est colorée en jaune, le reste est brun. On compte 7 à 8 tubercules principaux par série interambulacraire.

M. Bell ne donne pas de détails sur le test.

Deux espèces d'Astéries ont été découvertes à l'île Maurice, par Robillard, depuis l'impression de la seconde partie de mon catalogue. L'une d'elles est nouvelle, j'en donne ici la description.

ECHINASTER SLADENI, P. de Loriol, 1883.

Pl. XXV, fig. 6.

DIMENSIONS.

R. = 52-72 mm. r. = 8-10 mm.

Cinq bras cylindriques légèrement resserrés à leur base, effilés brusquement à leur extrémité. Leur longueur n'est point constante et peut varier, dans un même exemplaire, de 52 à 72 mm. Leur largeur moyenne, au delà du rétrécissement basilaire, est de 10 mm. Sillon ambulacraire étroit. Plaques adambulacraires petites, étroites; chacune d'entre elles porte deux piquants internes coniques, relativement assez longs, grêles, acuminés, aigus au sommet et très finement striés, puis, en dehors, un seul piquant également conique et aciculé, mais plus robuste, plus épais à la base et plus allongé; il est également strié. En dehors des plaques adambulacraires se trouve une série de petites plaques arrondies ou irrégulières, inégales, un peu imbriquées, puis une rangée d'autres plaques quadrangulaires séparées par un espace égal à leur propre largeur. Ces deux séries de plaques sont lisses, sans piquants. Vient ensuite une rangée correspondante de plaques quadrilobées, dont les échancrures internes forment, avec les espaces libres de la série interne la plus voisine, les premières aires porifères, très nettement définies et contenant une vingtaine de pores; chacune de ces plaques porte un seul piquant conique, aigu, semblable à ceux de la série interne des plaques adambulacraires, fortement strié et même légèrement échinulé vers la pointe. On compte ensuite cinq séries de plaques tout à faisemblables, dont chacune porte un piquant identique, jusqu'à la première série de plaques quadrilobées de l'autre côté du sillon ambulacraire. Comme ces séries sont régulières les piquants, que l'on peut dire être petits et faibles, forment ainsi en tout sept rangées nettement définies sur chaque bras. Dans les vides formés par les échancrures des plaques se trouvent les aires porifères qui paraissent contenir à peu près le même nombre de pores. Chaque angle buccal est arrondi et bordé par sept ou huit piquants courts, cylindriques, un peu claviformes; en dehors se trouve un

petit espace lisse. La peau qui recouvre les plaques est très fine et comme transparente.

Le disque est fort petit, il est couvert de piquants qui paraissent plus courts et plus obtus que les autres. La plaque madréporique est unique, très excentrique, très petite, saillante et couverte de sillons fins et nombreux.

Il n'y a pas de pédicellaires, du moins je n'ai su en voir aucun. Couleur brun rouge.

Rapports et différences. Je connais quatre exemplaires appartenant à cette espèce, qui ne me paraît pouvoir être confondue avec aucune autre, et se distingue nettement par ses sept rangées si régulières de plaques quadrilobées portant un seul piquant court, aigu et strié, par ses deux séries très régulières de piquants ambulacraires et sa peau très fine et presque transparente. Elle se distingue de l'*Ech. gracilis*, Müller et Troschel, de Madagascar, par ses piquants ambulacraires sur deux rangées, et par les piquants des bras coniques et pointus n'ayant nullement l'aspect de petits tubercules.

M. Sluiter (Die Evertebraten aus den Sammlung des K. naturw. Vereins in Batavia, Natuurk Tijdschrift voor Ned, Indie, vol. 48, p. 298) possède quatre exemplaires de l'*Ech. eridanella*, Val. provenant de l'île Maurice; je ne connais aucun exemplaire de cette espèce recueilli dans cette localité, et il ne saurait y avoir confusion avec l'*Ech. Sladeni*, qui est trop différent.

Nardoa ægyptiaca, Gray.

SYNONYMIE.

Gomophia ægyptiaca Gray, 1840, Ann. and Mag. of nat. hist., t. VI, p. 286.
Scytaster zodiacalis Müller et Troschel, 1842, System der Asteriden, p. 35.
Oreaster Desjardinsi Michelin, 1844, Essai d'une faune de l'Ile Maurice, Mag. de Zoologie, 1845, p. 23, pl. 11.
Scytaster Desjardinsi Lütken, 1864, Krit. Bemerk. om forskjellig Söstjorner, Vidensk. Medd., 1864, p. 46.
Gomophia ægyptiaca Gray, 1866, Synopsis of the Starfisches, p. 15.
Linckia Desjardinsi } *Linckia ægyptiaca* } v. Martens, 1869, Aster. und Echinod. in von der Dechen, Reisen in Ost-Afrika, t. III, p. 130.
Scytaster Desjardinsi Lütken, 1871, Förtsatte Krit. Bidrag til Kundskab om Söstjernerne (Vidensk. medd., 1871), p. 56.

Gomophia ægyptiaca	Gray, 1872, List of Echinod., Coll. by Mc Andrew in the Gulf of Suez, Ann. and Mag. of nat. hist., vol. 10, p. 117.
Scytaster ægyptiacus	Ed. Perrier, 1875, Revision des Stellérides du Museum de Paris, p. 164.
Id.	Ed. Perrier, 1878, Étude sur la répartition géographique des Astérides, Nouv. Arch. du Museum, 2e s., t. I, pp. 48, 80 et passim.
Id.	J. Bell, 1888, Echinoderms from Tuticorin, Proc. Zool. Soc London, 1888, p. 388.
Id.	Döderlein, 1889, Die Echinod. von Ceylan, von Dr Sarasin gesammelt. Zool. Jahrbücher, t. III, p. 839.
Nardoa ægyptiaca	Sladen, 1889, Report on the Asteroidea of the Voyage of the Challenger, pp. 412 et 788.

Les derniers envois de M. de Robillard contenaient quelques exemplaires de cette espèce, identiques, en tous points, à la description et à la figure données par Michelin.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES ESPÈCES

(Les synonymes sont imprimés en caractères ordinaires).

EXPLICATION DE LA PL. XXIII.

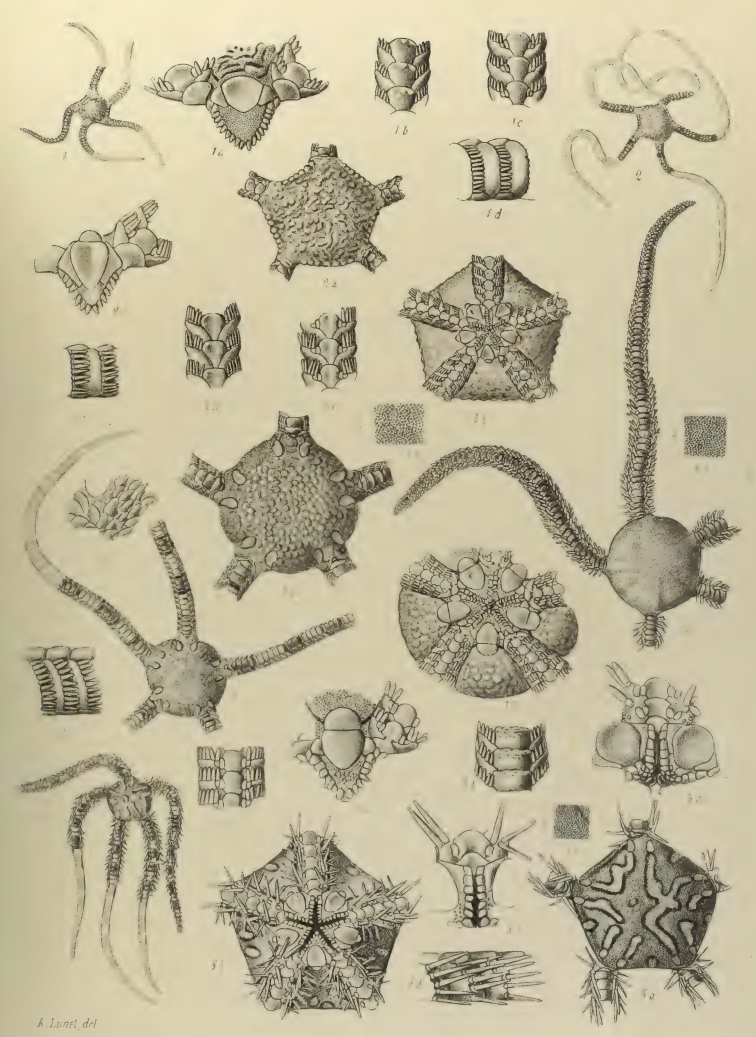
Fig. 1. *Ophiopeza fallax*, Peters, de grandeur naturelle. Fig. 1*a*, grossissement d'une aire interradiale à la face inférieure. Fig. 1*b*, plaques dorsales d'un bras, grossies. Fig. 1*c*, plaques ventrales. Fig. 1*d*, plaques latérales avec les piquants latéraux.

Fig. 2. *Ophiopezella dubiosa*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 2*a*, disque du même, grossi. Fig. 2*b*, disque vu en dessous. Fig. 2*c*, appareil buccal d'un interradial avec la naissance d'un bras, plus grossi. Fig. 2*d*, plaques dorsales d'un bras, grossies. Fig. 2*e*, plaques ventrales. Fig. 2*f*, plaques latérales avec les piquants.

Fig. 3. *Pectinura venusta*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 3*a*, disque vu en dessus, grossi. Fig. 3*b*, disque vu en dessous. Fig. 3*c*, appareil buccal d'une aire interradiale, très grossi. Fig. 3*d*, plaques dorsales grossies. Fig. 3*e*, plaques ventrales grossies. Fig. 3*f*, plaques latérales avec les piquants. Fig. 3*g*, écailles de la face dorsale du disque dénudées, près d'une plaque radiale. Fig. 3*h*, granulation de la face dorsale grossie six fois.

Fig. 4. *Ophiocoma brevipes*, Peters, de grandeur naturelle. Fig. 4*a*, fragment de la face ventrale du disque, grossi. Fig. 4*b*, fragment de la face dorsale du disque, grossi six fois.

Fig. 5. *Ophiarachna Robillardi*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 5*a*, face dorsale du disque du même individu, grossie. Fig. 5*b*, face ventrale du disque, grossie. Fig. 5*c*, fente buccale et premiers articles brachiaux. Fig. 5*d*, plaques latérales avec les piquants. Fig. 5*e*, fragment de la face dorsale du disque, grossie six fois.



A. Lunel, del

Fig. 1. _ Ophiopeza fallax. Peters
Fig. 2. _ Ophiopezella dubiosa. P. de Loriol
Fig. 3. _ Pectinura venusta, P. de Loriol
Fig. 4. _ Ophiocoma brevipes. Peters
Fig. 5. _ Ophiarachna Robillardi. P. de Loriol

EXPLICATION DE LA PL. XXIV.

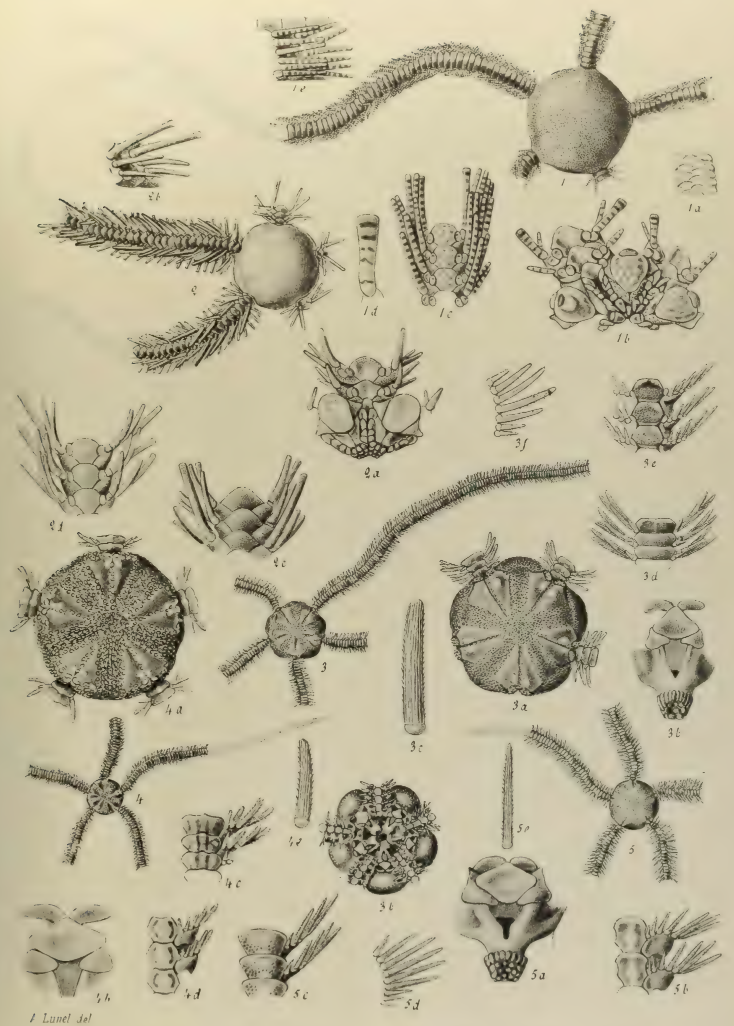
Fig. 1. *Ophiarachna mauritiensis*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 1*a*, écailles dénudées près du bord de la face dorsale du disque, très grossies. Fig. 1*b*, deux angles buccaux grossis. Fig. 1*c*, plaques ventrales d'un bras grossies. Fig. 1*d*, piquant latéral sur la face ventrale du disque, grossi. Fig. 1*e*, plaques latérales et piquants.

Fig. 2. *Ophiarthrum Robillardi*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 2*a*, deux angles buccaux avec les premières plaques ventrales d'un bras, grossis. Fig. 2*b*, plaques latérales d'un bras avec les piquants. Fig. 2*c*, plaques dorsales d'un bras. Fig. 2*d*, plaques ventrales.

Fig. 3. *Ophiothrix Robillardi*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 3*a*, face dorsale du disque du même, grossie. Fig. 3*b*, face ventrale du disque. Fig. 3*b*[1]. Une des aires de l'appareil buccal. Fig. 3*c*, piquant latéral. Fig. 3*d*, plaques dorsales d'un bras. Fig. 3*e*, plaques ventrales. Fig. 3*f*, série des piquants latéraux.

Fig. 4. *Ophiothrix triloba*, v. Martens, de grandeur naturelle. Fig. 4*a*, face dorsale du disque, grossie. Fig. 4*b*, plaque buccale avec les latérales et les écailles génitales grossies. Fig. 4*c*, plaques dorsales d'un bras. Fig. 4*d*, plaques ventrales. Fig. 4*e*, piquant latéral.

Fig. 5. *Ophiothrix mauritiensis*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 5*a*, une des aires de l'appareil buccal. Fig. 5*b*, plaques ventrales d'un bras et plaques latérales. Fig. 5*c*, plaques dorsaies. Fig. 5*d*, série de piquants latéraux. Fig. 5*e*, piquant latéral.



J. Lunel del.

Fig. 1. _ Ophiarachna mauritiensis, P. de Loriol

Fig. 2. _ Ophiarthrum Robillardi, P. de Loriol.

Fig. 3. _ Ophiothrix Robillardi, P. de Loriol

Fig. 4. _ Ophiothrix triloba, Martens

Fig. 5. _ Ophiothrix mauritiensis, P. de Loriol

EXPLICATION DE LA PL. XXV.

Fig. 1. *Ophiothrix lepidus*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 1*a*, face dorsale du disque, grossie. Fig. 1*b*, une aire de l'appareil buccal, grossie. Fig. 1*c*, plaques dorsales d'un bras. Fig. 1*d*, plaques ventrales. Fig. 1*e*, piquant de la face dorsale du disque. Fig. 1*f*, piquant latéral d'un bras.

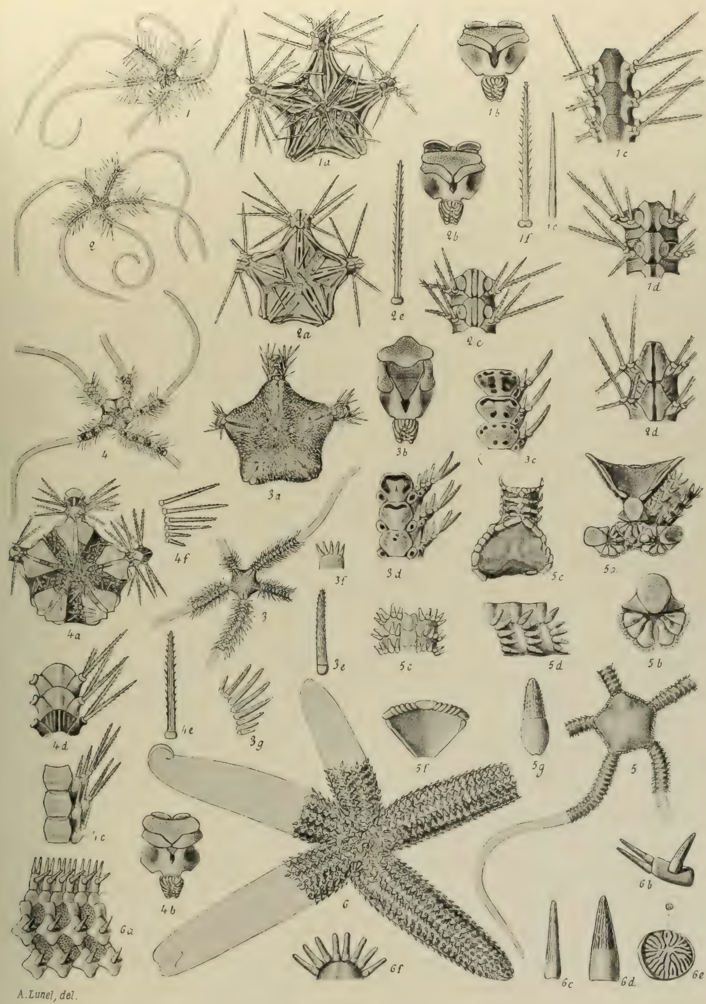
Fig. 2. *Ophiothrix fallax*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 2*a*, face dorsale du disque, grossie. Les petites écailles qui séparent les plaques radiales dans chaque paire ont été négligées. Fig. 2*b*, une des aires de l'appareil buccal. Fig. 2*c*, plaques ventrales d'un bras. Fig. 2*d*, plaques dorsales. Fig. 2*e*, piquant latéral.

Fig. 3. *Ophiothrix picturatus*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 3*a*, face dorsale du disque, grossie. Fig. 3*b*, une des aires de l'appareil buccal, grossie. Fig. 3*c*, plaques dorsales d'un bras, grossies. Fig. 3*d*, plaques ventrales et plaques latérales. Fig. 3*e*, piquant latéral. Fig. 3*f*, bâtonnet grossi. Fig. 3*g*, série de piquants latéraux.

Fig. 4. *Ophiothrix tristis*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 4*a*, face dorsale du disque du même, grossie. Fig. 4*b*, une des aires de l'appareil buccal, grossie. Fig. 4*c*, plaques ventrales d'un bras. Fig. 4*d*, plaques dorsales. Fig. 4*e*, piquant latéral. Fig. 4*f*, série des piquants latéraux.

Fig. 5. *Ophiomyxa Robillardi*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 5*a*, fragment de la face ventrale du disque, grossie. Fig. 5*b*, papilles buccales avec la plaque buccale et les latérales, grossies. Fig. 5*c*, fragment de la face dorsale du disque contractée, avec les premiers articles du bras, le derme est enlevé. Fig. 5*d*, plaques latérales avec les piquants. Fig. 5*e*, plaques ventrales d'un bras. Fig. 5*f*, écailles du bord de la face dorsale du disque. Fig. 5*g*, piquant latéral.

Fig. 6. *Echinaster Sladeni*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 6*a*, fragment de la face ventrale d'un bras, à partir du sillon ambulacraire, grossie. Fig. 6*b*, plaque ambulacraire grossie. Fig. 6*c*, piquant ambulacraire et fig. 6*d*, piquant des plaques, très grossis. Fig. 6*e*, plaque madréporique, de grandeur naturelle et très grossie. Fig. 6*f*, angle buccal.



A. Lunel, del.

Fig. 1. _ *Ophiothrix lepidus*, P. de Loriol.
Fig. 2. _ *Ophiothrix fallax*, P. de Loriol.
Fig. 3. _ *Ophiothrix picturatus*, P. de Loriol.
Fig. 4. _ *Ophiothrix tristis*, P. de Loriol.
Fig. 5. _ *Ophiomyxa Robillardi*, P. de Loriol.
Fig. 6. _ *Echinaster Stadeni*, P. de Loriol.

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
TOME XXXII. — 1re partie. — N° 4.

LES
FORMATIONS DU CARBONIFÈRE
ET LES
QUARTZITES DU TRIAS
DANS LA
RÉGION N.-W. DE LA PREMIÈRE ZONE ALPINE

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

PAR

L. DUPARC et Étienne RITTER



GENÈVE
IMPRIMERIE AUBERT-SCHUCHARDT
1894

LES

FORMATIONS DU CARBONIFÈRE

ET LES

QUARTZITES DU TRIAS

DANS LA RÉGION N.-W. DE LA PREMIÈRE ZONE ALPINE

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

PAR

L. DUPARC et Étienne RITTER

L'histoire des études faites sur le houiller des Alpes est liée d'une manière intime à l'histoire générale de la géologie, du moins pendant la première moitié de ce siècle. En 1828, Élie de Beaumont signalait à Petit-Cœur l'intercalation d'une couche à bélemnites du lias entre deux zones à plantes houillères et mettait en doute l'existence du terrain houiller dans les Alpes. La discussion de cette anomalie, qui dérogeait à toutes les lois stratigraphiques connues, puis des questions multiples qu'avait soulevées cette première étude, dura de 1830 à 1865. Entre les années 1855 et 1865, l'accord se fit successivement sur toutes les questions en litige et, depuis ce moment, le terrain houiller des Alpes semble plongé dans un oubli aussi profond que le bruit qu'on avait mené à son sujet avait été grand.

En mai 1855, M. Gaudry résumait, dans une conférence faite à la Société géologique de France, tous les travaux publiés à ce moment

sur le houiller des Alpes. Ceux-ci, au nombre de 83 mémoires, étaient dus à 46 auteurs parmi les plus célèbres de cette époque. Le mémoire dans lequel M. Gaudry résuma cette conférence est accompagné d'une carte sur laquelle sont indiquées toutes les localités où se trouvent des gisements de plantes houillères. Cette carte donne ainsi des limites normales à la région où affleure ce terrain. En effet, à cette époque, de nombreux auteurs, Scipion Gras en tête, mettaient dans le terrain antraxifère toutes les couches comprises entre le gneiss et le jurassique proprement dit et lui faisaient ainsi couvrir toute la Savoie, une partie du Dauphiné et du Piémont.

Quatre ans plus tard, MM. Lory et Pillet séparaient du houiller les poudingues des Aiguilles d'Arve, où M. Pillet avait trouvé des nummulites. Peu après, Lory admettait, avec Alph. Favre, que les cargneules et les quartzites appartenaient au trias et publiait avec l'abbé Vallet une note démontrant l'existence d'une zone à *Avicula contorta* dans les Alpes. Ces derniers travaux donnaient une série d'horizons bien déterminés; aussi, dans les courses faites en 1861 par la Société géologique de France en Maurienne, la majorité des membres présents put se convaincre de l'existence de l'antraxifère dans nos régions, mais aussi que ce terrain n'y est représenté que par un petit nombre d'horizons que nous admettons encore comme tels aujourd'hui. A partir de ce moment, le nombre des travaux diminue considérablement. Oswald Heer donna en 1863 une liste des plantes houillères de la Savoie, liste qu'il augmenta dans sa grande publication sur la flore fossile des Alpes, faite treize ans plus tard. Alphonse Favre, dans son remarquable ouvrage : *Sur les parties de la Suisse, de la Savoie et du Piémont, voisines du Mont-Blanc,* publié en 1867, consacre un chapitre au terrain houiller des Alpes dans lequel il reconnaît les types pétrographiques suivants : « Des schistes argileux micacés, des grès plus ou moins fins, rappelant les roches cristallines; des poudingues dont le type classique est le poudingue de Valorcine, des schistes verts, cornés, situés à la base et que l'on rattache aujourd'hui au précambien, l'anthracite. »

Depuis cette époque, un seul travail a été consacré uniquement à l'étude du houiller de nos régions; il est dû à M. Pohlig[1] et date d'il y a deux ans. L'auteur, qui a étudié les conglomérats anciens de Saxe et de Norwège, trouve que le poudingue de Valorcine ressemble surtout au poudingue silurien de Norwège. Les métamorphismes hydrochimique et hydrothermique sont nets dans les poudingues cambriens et dévoniens de Saxe; il les trouve moins visibles dans celui de Valorcine, où les phénomènes de compression sont plus intenses; ce travail n'est, du reste, pas fait au point de vue de l'étude des Alpes et ne renferme aucune diagnose microscopique.

Mais, tandis que le silence se faisait sur le houiller de Savoie, les études sur la techtonique des Alpes prenaient un brillant essor; puis les synthèses de MM. Suess et Bertrand démontraient que le soulèvement alpin n'était que le dernier en date d'une série de plissements qui avaient modelé notre continent européen depuis l'époque huronienne jusqu'à nos jours. Enfin, tout récemment, les travaux de MM. Michel Lévy[2], Kilian[3] et Diener[4], et surtout ceux de ces deux premiers savants, nous permettaient de retrouver la trace de mouvements calédoniens et hercyniens, ayant affecté la première zone alpine. Aussi nous a-t-il paru qu'une étude sur les sédiments dont le dépôt a précédé et suivi la formation de cette apophyse hercynienne était de nature à jeter quelque jour sur la question. Nous avons restreint notre travail à l'étude des sédiments pris sur les débris de la chaîne hercynienne, c'est-à-dire aux roches du houiller et du trias de la première zone alpine.

Le houiller forme, dans la zone du Mont-Blanc, une série de traînées généralement synclinales, parfois anticlinales, qui s'étendent du Valais jusqu'au massif du Pelvoux. La série la plus continue et la plus importante de ces bandes houillères est située entre le flanc de la Dent de

[1] Pohlig. Ueber das Valorcineconglomerat, *Zeitsch. deutsch. geol. Ges.*, 1892, XLIV, 43-48.

[2] A. Michel Lévy. Note sur la prolongation vers le sud de la chaîne des Aiguilles Rouges, montagnes de Pormenaz et du Prarion, *Bull. de la Carte géol. de la France*, nº 27, février 1892.

[3] Kilian. *Bull. Soc. géol. de France,* XIX, 1891, p. 650.

[4] Dr C. Diener. *Der Gebirgsbau der Westalpen,* Vienne, Tempsky, 1891.

Morcles au nord et Saint-Pierre-de-Belleville au sud. Elle est orientée presque exactement N.-W. et on peut la subdiviser en quatre parties principales :

1° La traînée de la Dent de Morcles, Valorcine, Argentières; elle a été étudiée par M. Renevier[1] et a fait l'objet d'une note de M. Golliez[2], publiée récemment. Cette bande forme un synclinal en forme de V, très accentué au N. d'Outre-Rhône et qui, au S., suit à peu près la nouvelle route de Chamonix; elle se divise en deux zones latérales de poudingue, qui représentent le houiller inférieur, et une zone centrale de schistes noirs qui forment l'horizon supérieur.

M. Renevier y distingue les types pétrographiques suivants : « Poudingue polygénique à cailloux plus ou moins arrondis, de substances très variées, parmi lesquelles prédomine souvent le quartz; on y trouve des fragments cristallins de toutes sortes, particulièrement de schistes; parfois aussi des schistes noirs non cristallins. En revanche je n'y ai jamais vu de débris calcaires. Tous ces éléments sont si fortement reliés les uns aux autres que, lorsqu'on brise la roche, les cailloux eux-mêmes sont partagés, plutôt que de se séparer du ciment, comme cela se passe d'ordinaire pour nos poudingues molassiques. Cette circonstance, qui caractérise aussi les brèches et poudingues du terrain métamorphique, provient évidemment d'une forte compression qui a considérablement accru la cohésion de ces roches. Poudingue rouge qui serait peut-être du verrucano permien, mais sans fossile. Arkose, grès compact formant un banc de deux à trois mètres d'épaisseur, quartzo-feldspathique, de couleur claire, grise ou jaunâtre, parfois avec grains de quartz rose. »

M. Renevier décrit ensuite brièvement les grès et les schistes. Dans ce premier synclinal, le facies poudinguiforme occupe généralement le bord du pli, tandis que les schistes en forment le cœur. Les récentes études

[1] Renevier. Carte géologique de la partie Sud des Alpes vaudoises et texte (*Matériaux pour la carte géologique de la Suisse*).

[2] Golliez, Plissements anciens du massif de la Dent de Morcles, *Eglog. geolog. Helvet.*, décembre 1893.

ont démontré qu'il fallait distraire du carbonifère les schistes rouges qu'on rattache aujourd'hui au permien. Cette traînée cesse dans l'axe de la vallée de Chamounix, un peu au S. d'Argentières; cependant, sur le flanc oriental des Aiguilles Rouges comme aussi en quelques points du versant N.-W. du Mont-Blanc, on en retrouve les traces, sous forme de petits synclinaux pincés en discordance.

2° A l'W. et au N.-W. de la chaîne des Aiguilles Rouges, le houiller constitue l'importante montagne de Pormenaz, où sa discordance est manifeste, prouvant ainsi la réalité du mouvement calédonien dans la région qui nous occupe.

3° Le carbonifère de Pormenaz se continue pour former les deux anticlinaux houillers séparés par le pli-faille du Prarion. Ceux-ci, plus au S., disparaissent sous les puissantes masses triasiques qui forment le col Joly pour réapparaître sur le versant S.-W. de ce col comme anticlinaux dans la chaîne d'Outray et dans celle des Enclaves; ce terrain disparaît dans l'anticlinal du Grand-Mont.

4° On peut le suivre comme synclinal dans la vallée de la Dray et dans celle de Benetan; au S. il traverse, toujours en synclinal, le col de Bâmont entre la vallée de l'Isère et celle de l'Arc et ne forme plus au S. de cette dernière, dans le massif des Sept Laux, que quelques rares synclinaux de dimensions très faibles pincés entre les schistes cristallins; il existe cependant un bel affleurement près du lac de Laffrey.

En général, l'ensemble du houiller est discordant sur les schistes cristallins; il supporte, également en discordance, le trias. Cependant, les mouvements postérieurs aux dépôts de ces divers sédiments ont été suffisants pour masquer cette discordance en bien des points, d'autant plus que dans les massifs cristallins où il est synclinal le houiller dans son étendue forme un accident de mince importance qui a dû supporter et même participer entièrement aux mouvements qui ont affecté la chaîne alpine. Cette concordance peut aussi s'expliquer par le fait que le houiller était local et se faisait surtout dans des dépressions de la chaîne ancienne, tandis que la transgression triasique a été beaucoup plus éten-

due. Si cette discordance est parfois masquée vers le sud, elle est cependant évidente en plusieurs points au nord. Les études de M. Michel-Lévy ont montré l'importance de la discordance de Pormenaz et celles de M. Renevier, récemment complétées par M. Golliez, ont montré qu'il en était de même à la Dent de Morcles.

Comme nous l'avons déjà dit, on trouve dans le houiller des conglomérats, des grès et des schistes. Ces trois subdivisions naturelles répondent à trois facies pétrographiques distincts, toutefois avec des formes de passage. L'âge de cette formation a été précisé grâce aux nombreux fossiles végétaux retrouvés dans l'anthracite et qui ont fait l'objet des études de O. Heer. Il faut noter que, pour ce savant, la flore houillère dénote une formation lacustre dans le massif cristallin, qui formait une grande île; constatons en outre que ce n'est que très à l'E., en Hongrie, qu'on a signalé des fossiles marins dans le carbonifère. Pour Lory, ce terrain a dû se former dans une série de lacs étagés. L'anthracite se trouve intercalée dans les schistes ou dans les grès.

Jusqu'à présent, le houiller n'a pas fait l'objet d'une étude pétrographique spéciale; celle-ci nous renseignera sur les matériaux qui forment ce terrain et nous permettra ainsi d'indiquer exactement quelles roches composaient la chaîne calédonienne qui les a fournies par érosion, quels phénomènes dynamiques et métamorphiques se sont produits dans ces terrains et les conditions dans lesquelles s'est effectuée la sédimentation. La plupart des matériaux décrits ont été récoltés sur place surtout dans la région au S. du Prarion. Cependant nous avons examiné des échantillons provenant de Valorcine et de la Dent de Morcles et d'autres pris plus au S.-E. dans les environs de Petit-Cœur. Notre travail a été divisé en quatre chapitres : les poudingues, les grès, les schistes du houiller et les quartzites du trias. Après avoir indiqué les principaux résultats qui se dégagent de chacune de ces études particulières, nous donnerons une description des divers échantillons types.

LES CONGLOMÉRATS DU HOUILLER

Ces conglomérats, généralement peu développés et régionaux, sont formés par des cailloux, de dimensions variables, pressés les uns contre les autres et réunis très fortement par un ciment gréseux avec lequel ils font fréquemment corps. A l'œil nu, les éléments qui les composent paraissent peu variés, les fragments de quartz y sont en majorité. Le microscope y montre cependant des types de roches diverses. Celles-ci appartiennent au premier chef à la catégorie des roches acides, éruptives ou cristallophylliennes; cependant on y trouve également quelques galets détritiques et différentes roches curieuses dont il sera question dans la description qui suit. Nous avons reconnu les types suivants :

A. **Roches éruptives.** 1° *Des granits variés, à deux micas,* à tendance parfois porphyroïde, renfermant de la magnétite, de l'apatite, de la biotite chloritisée, de l'oligoclase plus ou moins abondant, de l'orthose, de la muscovite et du quartz. Ce dernier avec tendances parfois granulitiques. 2° *Des granits à biotite* du type de Valorcine et de Beaufort, avec apatite, zircon, biotite, oligoclase, orthose, quartz. 3° *Des granits à tendance pegmatoïde* généralement à deux micas, avec plages parfois graphiques. 4° *Des granulites,* très abondantes, analogues au type filonien ou de contact que nous retrouvons actuellement en place dans les massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges; ce sont des associations de mica blanc et d'orthose, avec plus ou moins d'oligoclase et de quartz granulitique abondant; à ces éléments s'associent parfois la magnétite, l'apatite, la chlorite, le zircon, la biotite et le corindon. Nous n'y avons pas retrouvé de tourmaline; ce n'est pas à dire qu'elle manque absolument. Il est à remarquer que, dans les nombreux spécimens que nous avons examinés, la protogine manque, tandis que les granits de Valorcine sont au contraire assez fréquents. Ceci viendrait à l'appui de l'idée

que nous avons énoncée dans un précédent travail [1] que la ceinture granitique de Gasteren, Valorcine, Beaufort formait alors la ligne de faîte. En tous cas, l'émersion et la dénudation de ces granits aux temps carbonifères est indiscutable; nous observerons en passant que la protogine elle-même a été signalée dans le conglomérat carbonifère des Ajoux; elle existe donc, mais paraît être plus rare. 5° *Les roches éruptives à deux temps de consolidation* semblent manquer ou sont du moins excessivement rares. Nous n'avons retrouvé qu'un très petit galet, fortement altéré, dont la structure rappelle les microgranulites. Il est vrai que, dans le ciment du conglomérat, des grains à structure micropegmatoïde ne sont pas rares; mais il faut remarquer aussi que ces plages se rencontrent souvent dans les granulites filoniennes dont le second temps n'est pas accusé. Il paraît donc que les microgranulites et leurs congénères sont, en majorité, contemporaines ou postérieures au dépôt du carbonifère.

B. Roches cristallophylliennes. Elles comportent : 1° *Des micaschistes à mica noir,* feldspathisés, avec sphène, biotite, feldspaths séricitisés et quartz. 2° *Des micaschistes froissés* passant aux gneiss, avec apatite, magnétite, biotite, feldspath, muscovite, quartz. La roche montre des froissements dynamiques intenses. 3° *Des micaschistes granulitiques* avec biotite, rutile, magnétite, microcline, orthose, oligoclase et quartz. 4° *Des micaschistes à mica blanc* formés par une association de larges et belles lamelles de muscovite avec du quartz. 5° *Des micaschistes granulitiques passant aux gneiss,* riches en biotite et en muscovite avec orthose, microcline et quartz. 6° *Des micaschistes très compacts,* avec mica blanc filamenteux et séricitique, réunis à des grains de quartz étirés, avec quelques lentilles de grains de quartz granulitique. 7° *Des schistes à séricite* formés par des zones alternantes de séricite et de quartz.

[1] L. Duparc et E. Ritter. Les massifs cristallins de Beaufort et Cevins, *Archiv. des Sc. phys. et nat.*, t. XXX, juillet 1893.

C. ROCHES DÉTRITIQUES. Elles sont représentées par des grès uniformes, très riches en quartz, et qui simulent absolument *les grès du carbonifère;* puis par *des roches argileuses* à grain très fin ayant une structure porphyroïde, dans lesquelles on retrouve des contours de minéraux complètement altérés : leucoxène, muscovite, feldspath complètement kaolinisé, disséminé sans ordre dans une masse argileuse qui, aux forts grossissements, se résoud dans un agrégat de petites paillettes micacées (séricite) et de matière amorphe. Ces dernières roches, peu abondantes dans le conglomérat, y sont constantes.

En résumé, les cailloux du conglomérat rappellent de toute manière les roches que nous retrouvons en place dans les anticlinaux cristallins entre lesquels s'intercale le carbonifère. C'est donc bien leur dénudation qui a livré les matériaux de ce terrain et, sans avoir besoin de constater la discordance du houiller sur le terrain cristallin, ce seul fait suffirait à prouver la réalité de mouvements anciens dans la région qui nous occupe. De plus, si l'on fait abstraction des quelques roches détritiques dont nous avons parlé, toujours rares et très subordonnées aux roches cristallines dans le conglomérat, nous devons admettre que les équivalents des couches paléozoïques entre le carbonifère et le terrain primitif y font défaut. Il est donc probable que ces couches manquaient dans le relief émergé au détriment duquel se sont formées par érosion les couches du houiller. Il s'ensuit que : ou cette région, comme le Plateau Central et la Bohême, fut émergée dès le mouvement huronien; ou bien qu'une partie du terrain cristallin de celle-ci est l'équivalent des couches paléozoïques en question; hypothèse qui paraît peu vraisemblable si l'on réfléchit que les roches cornées de la région, au point de vue stratigraphique intermédiaires entre ces couches et le houiller, sont universellement reconnues comme l'équivalent des cornes précambriennes du Plateau central.

MONOGRAPHIE DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS

A. Roches éruptives.

1° *Granits à deux micas* provenant d'un bloc pris dans le conglomérat d'Annuit, sur la route d'Hauteluce au col Joly.

A l'œil nu, roche compacte, sans structure apparente, de couleur claire, quelques feldspaths porphyroïdes; éléments constituants : apatite, biotite, magnétite, oligoclase, orthose, muscovite, quartz; éléments secondaires : chlorite et séricite.

Au microscope, l'apatite est en grains dans le mica ou libre dans la roche, biotite complètement chloritisée, quelques fibrilles gardent encore un polychroïsme appréciable dans les tons bruns, magnétite, inclue dans la biotite, en petits grains; oligoclase en gros cristaux, maclé selon les lois de l'albite et de Carlsbad, les extinctions dans la zone de symétrie donnent, pour quelques spécimens, des chiffres voisins de ceux de l'audésine; orthose en grandes plages, moulant parfois l'oligoclase, muscovite en grandes et belles lamelles s'éteignant parallèlement aux clivages $p(001)$, quartz granitoïde abondant, à extinctions onduleuses, les cassures d'origine dynamique qui sillonnent la roche et qu'on trouve fréquemment dans les feldspaths sont remplies par de la séricite; quelquefois même des grains de calcite s'isolent dans les plagioclases; la chlorite qui épigénise les micas noirs est légèrement polychroïque, sa dispersion est notable, sa biréfringence très faible.

2° *Granit à biotite* (type de Valorcine). Ce bloc provient également du conglomérat d'Annuit; les éléments constituants de cette roche sont les mêmes que ceux de la précédente; la biotite, également abondante, fortement chloritisée, montre quelques zircons auréolés. L'oligoclase, en cristaux nombreux, est assez altéré, l'orthose en grandes plages passe parfois à la microperthite; quartz granitoïde.

3° *Granit à tendances pegmatoïdes*. Bloc du conglomérat d'Annuit: ce granit, en petits fragments, fait corps intime avec le ciment; le microscope y montre un peu de biotite chloritisée, quelques lamelles de muscovite, de l'oligoclase abondant en cristaux relativement petits et quelques grandes plages d'orthose. Les

feldspaths y sont fortement kaolinisés, parfois transformés en amas séricitiques, le quartz granitoïde est abondant, plusieurs plages sont nettement graphiques.

4° *Granit à deux micas avec tendance granulitique.* Bloc du conglomérat, visible près du moulin au-dessus d'Annuit. A l'œil nu, le bloc, de grandes dimensions, est massif, il renferme un englobement ; dans le voisinage de ce dernier, la roche montre quelques traînées micacées orientées parallèlement.

Au microscope, biotite abondante, en filaments très allongés, polychroïques, généralement fortement chloritisés et chargés de magnétite ; cette biotite ne paraît pas être originelle ; elle semble résulter du fragment inclus ; quelques grains d'apatite, orthose abondant, oligoclase plus rare, toujours maclé, muscovite en belles et larges lamelles disséminées irrégulièrement, quartz très répandu, plusieurs grains sont granulitiques.

5° *Granulites à mica blanc* provenant du conglomérat d'Annuit. Ce type, très fréquent dans le conglomérat, montre à l'œil nu une structure finement grenue ; la roche est blanchâtre avec nombreuses lamelles de mica blanc.

Au microscope, la roche montre quelques cristaux d'apatite, des grandes plages d'orthose très frais, du plagioclase assez abondant, avec fines macles d'albite. La biotite y est plutôt rare, toujours altérée (chlorite) et saturée de petits grains de magnétite, parfois cubiques. La muscovite est excessivement abondante ; elle s'y présente en larges et belles lamelles, fortement biréfringentes, donnant en lumière convergente une croix noire qui se disloque faiblement par rotation et une bissectrice aiguë négative ; l'angle des axes est très faible $2V = 10°$ à $12°$. Dans la biotite et même dans toute la roche on observe quelques très petits grains, de couleur gris bleuâtre, de relief considérable et de biréfringence faible. Aux forts grossissements ces grains très petits montrent une série de facules bleues, excessivement polychroïques ; nous pensons que ce minéral doit être rapporté au corindon ; des recherches plus détaillées sont impossibles, vu la trop faible dimension de ces cristaux et leur petit nombre. Le quartz est très répandu, parfois froissé, à extinctions onduleuses. Un autre échantillon provenant du même conglomérat est d'un grain plus fin, présente les mêmes éléments ; mais l'oligoclase y est rare, en très petits cristaux, la muscovite moins abondante que dans le précédent ; à signaler de très nombreux grains de calcite qui proviennent peut-être d'anciens cristaux de plagioclase. Ces différentes granulites se rencontrent fréquemment dans le ciment et les conglomérats de petite dimension.

B. Roches cristallophylliennes.

Micaschistes à mica noir feldspathisé. Ce bloc provient d'un conglomérat situé dans le lit du premier torrent à l'E. d'Hauteluce. A l'œil nu, la roche paraît schisteuse, très micacée, avec quelques lentilles feldspathiques.

Au microscope, la biotite est l'élément principal. Ses larges lamelles, où les clivages $p(001)$ sont encore appréciables, ont un polychroïsme visible dans tons brun marron pour n_g et jaune grisâtre pour n_p. La chloritisation y est très avancée; sphène rare. On en trouve quelques cristaux incolores et brisés; dans la biotite nombreuses inclusions de magnétite, de sagénite. Les feldspaths ne sont plus reconnaissables et remplacés par une masse entièrement kaolinisée dans laquelle on reconnaît par places quelques macles de l'albite; quartz disséminé partout; nombreuses lamelles de séricite secondaire.

2° *Micaschiste dynamométamorphique passant au gneiss* pris également dans le premier torrent à l'E. d'Hauteluce. Sous le microscope, la roche se montre très riche en biotite complètement chloritisée et saturée de grains de magnétite, ainsi qu'en muscovite en belles lamelles très fraîches; parfois les lamelles de cette dernière s'associent parallèlement à celles de la biotite et forment alors de longues traînées disposées dans le sens de la schistosité. Quelques cristaux d'apatite et une seule section d'un minéral à deux axes, s'éteignant en long, à allongement négatif, relief $= 5$, polychroïsme sensible; la teinte qui correspond au plus petit indice est incolore; celle qui lui est perpendiculaire est brun rougeâtre; la biréfringence de la section est faible. Oligoclase avec macle de l'albite, de Carlsbad et du péricline, orthose d'abondance moyenne, avec macles de Carlsbad. Quartz très abondant à extinctions toujours onduleuses; la roche accuse du reste d'énergiques compressions; les quartz sont broyés et réduits par places en mosaïque, les feldspaths cassés et ressoudés par de la séricite secondaire; certaines zones de la roche sont complètement triturées et les fragments gisent pêle-mêle dans un magma séricitique.

3° *Micaschiste granulitique passant à la granulite.* Le type cristallophyllien de la roche n'y est plus visible que par l'alignement parallèle du mica. Ce dernier comprend une biotite décomposée, avec inclusions de rutile et de magnétite, plus

une belle muscovite en lamelles très fraîches. L'orthose abondant, souvent microperthitique, passe parfois au microcline. L'oligoclase, plus rare, est toujours frais. Les macles de l'albite y sont généralement doublées de celles de Carlsbad. Le quartz est abondant, d'aspect granulitique. A signaler quelques jolies apatites et quelques rares plages micropegmatoïdes.

4° *Micaschistes granulitiques passant aux gneiss* pris dans le conglomérat du moulin au-dessous d'Annuit; cette roche, à structure parallèle manifeste, montre des lamelles de muscovite alternant avec des zones riches en biotite chloritisée, verte, légèrement polychroïque, riches en grains de magnétite. L'orthose, assez fréquent, parfois microperthitique, est maclé selon la loi de Carlsbad; il est accompagné du microcline et du plagioclase, plus rare; quartz abondant, séricite localisée dans les feldspaths.

5° *Micaschistes à mica blanc.* Cette belle roche est très commune à l'état de petits galets dans le conglomérat d'Annuit; elle est composée par une association de larges lamelles de muscovite, disposées parallèlement, et de quartz en grands cristaux à extinctions onduleuses, auxquels s'ajoutent quelques rares grains de feldspaths orthose et oligoclase et quelques lamelles de biotite.

Dans la même coupe, on trouve un petit fragment de microgranulite montrant un grand cristal corrodé de quartz et une pâte entièrement séricitisée qui pénètre dans les crevures du grain. C'est le seul exemplaire de cette roche que nous ayons trouvé dans le conglomérat. Le ciment qui réunit ces divers fragments est formé par des grains de feldspath, de quartz, puis aussi par quelques superbes plages de micropegmatite, le tout relié par une masse séricitique à grain très fin.

6° *Micaschistes à deux micas* provenant du même endroit que la roche précédente; elle se trouve en galets roulés, aplatis; son grain est très fin. A l'œil nu, elle paraît riche en mica blanc. Le microscope y montre quelques petits grains de zircon, à très fort relief, biréfringence 0,5, donnant en lumière convergente une croix noire à un axe positif, quelques grains de sphène brunâtre, un peu de magnétite. Le mica noir, plutôt rare, est chloritisé; les lamelles de ce minéral s'orientent parallèlement et renferment des inclusions de magnétite et d'apatite. Dans la biotite on trouve encore quelques auréoles polychroïques; muscovite très abondante, en larges lamelles, qui quelquefois englobent du quartz. Peu d'orthose et d'oligoclase; quartz excessivement abondant, à extinctions onduleuses, frangé d'esquilles sur les bords. Dans cette roche on trouve aussi quelques petits grains à facules bleues polychroïques que nous avons rapportés au corindon.

7° *Des micaschistes à grain fin* provenant du poudingue houiller de Crevolent A l'œil nu, cette roche grisâtre, très schisteuse, présente un faciès séricitique marqué.

Au microscope, elle est entièrement formée par des longs filaments de séricite entre lesquels apparaissent des grains de quartz et des ponctuations de magnétite ; dans la roche on trouve disséminées quelques jolies lentilles de quartz granulitique, à contour polyédrique franc. Les filaments de séricite sont positifs en long ; ils polarisent dans les couleurs vives ; toutefois la biréfringence paraît inférieure à celle de la muscovite.

C. Roches détritiques.

1° *Galet de grès ressemblant au grès houiller* provenant du conglomérat qui affleure dans le lit du premier torrent qu'on rencontre en allant d'Hauteluce au col Joly.

Au microscope, sphène rare, magnétite et biotite abondantes, cette dernière fortement chloritisée ; muscovite plus fraîche, plusieurs lamelles de mica se disloquent et s'éparpillent complètement dans la masse, nombreux grains de quartz en amas granulitiques ou en plages granitoïdes, à extinctions onduleuses, bien roulés ; ciment très abondant, formé par de fines paillettes de séricite avec du quartz secondaire ; par ci par là quelques lamelles de plus grandes dimensions se calent entre des grains de quartz.

2° *Grès très compacts et durs simulant des quartzites* provenant du même conglomérat. Ceux-ci montrent au microscope une magnétite rare ; muscovite rare également et frangée, la biotite montre quelques lamelles complètement chloritisées, quelques cristaux d'apatite, de sphène et de rutile ; multitude de grains de quartz très peu roulés, soudés par un ciment séricitique, le feldspath paraît manquer.

3° *Grès* provenant du même conglomérat, montre au microscope quelques jolis grains de sphène et de rutile incolores ; biotite décomposée ou criblée de magnétite ; quelques belles lamelles de muscovite ; feldspath plutôt rare. Quartz excessivement abondant, en grains onduleux ; peu de ciment séricitique.

4° *Roche détritique très dynamométamorphique* provenant du même endroit que les types précédents. Vue au microscope, elle renferme de la muscovite en petites lamelles, du mica noir abondant, fortement décomposé et transformé en amas de

chlorite fibreuse ; oligoclase assez abondant ; les éléments sont pressés les uns contre les autres, cassés et ressoudés par de la séricite.

5° *Roche argileuse* provenant du lit du torrent à l'E. de Hauteluce. Cette roche, de couleur noire et d'apparence très compacte, est porcelainique ; elle se montre sous le microscope entièrement argileuse. En lumière naturelle, elle est transparente et grisâtre ; on n'y distingue que quelques petits grains de magnétite. Entre les nicols croisés, elle polarise dans le gris et paraît ponctuée de points plus biréfringents. Aux forts grossissements cette masse est formée d'une infinité de paillettes de séricite, associées à de la matière argileuse.

6° *Roche argileuse* identique à la précédente. Les caractères microscopiques se retrouvent intégralement dans celle-ci ; toutefois on observe dans la masse quelques beaux cristaux de sphène, de la magnétite et du fer titané, puis des grands cristaux dont on n'observe que les contours et qui, vu leur état de décomposition, sont impossibles à déterminer.

7° *Roche grisâtre* également identique aux deux précédentes. On observe de nombreux et grands cristaux, la plupart non déterminables : on y reconnaît cependant la magnétite ; le rutile est en jolis grains incolores, quelques sections rectangulaires montrent encore des fibres qui polarisent dans les teintes vives, s'éteignent en long avec allongement positif et qui répondent à la muscovite. On trouve aussi quelques grains d'apatite, un peu de chlorite provenant d'une biotite préexistante, des sections dont les contours rappellent les feldspaths et enfin quelques rares sections d'un minéral curieux qui présente les caractères suivants : Il est allongé, mais n'a pas de contours bien appréciables. L'allongement est positif et l'extinction se fait sur les sections étudiées entre 14° et 20° de l'allongement ; l'une des plaques est normale à la bissectrice aiguë ; *nm* y fait un angle d'extinction de 2° à 3° avec le côté apparent ; la bissectrice aiguë est positive et l'angle des axes relativement petit. Le relief est à peu près celui de l'augite, la biréfringence *ng-np* est comprise entre 0,010 et 0,012. Le polychroïsme est intense et donne : *nm* brun violacé, *ng* brun et *np* jaune grisâtre pâle. Le minéral s'associe volontiers à la magnétite et renferme parfois des inclusions d'apatite. Quant à la base argileuse, elle répond aux caractères que nous avons déjà décrits.

8° *Bloc pris dans le poudingue de la Grande Pierrière*. Les caractères sont semblables à ceux des roches précédentes ; à signaler l'abondance de leucoxène.

LES GRÈS DU HOUILLER

Ces grès, bien développés dans la formation, sont généralement de couleur grise; ils paraissent à l'œil nu micacés et ne présentent pas de schistosité bien nette. Ils se montrent plutôt en bancs d'épaisseur variable. Au point de vue microscopique, on peut les subdiviser en deux catégories; ceux dont les éléments, c'est-à-dire les galets microscopiques, sont des individus minéralogiques et ceux dont les galets sont des fragments très petits de roches encore déterminables; ce fait est l'exception. Ces grès se composent de deux éléments dont la proportion est extrêmement variable, les fragments détritiques et un ciment de nature spéciale. Les arènes qui les composent sont avant tout des fragments de roches acides; nous avons déjà signalé ce caractère dans les conglomérats; les minéraux qui entrent dans la composition de ces grès sont le zircon, le sphène, la magnétite, l'illménite, la muscovite, la biotite, les divers feldspaths, à l'exception des types basiques, et le quartz. La muscovite prédomine généralement sur le mica noir. Ce sont donc surtout des roches à mica blanc, qui, par leur désagrégation, ont fourni les matériaux du houiller; en tous cas, le mica noir est presque toujours chloritisé; c'est probablement cette prédominance du mica blanc qui fait dire à M. Termier que la chlorite est plutôt rare dans le houiller.

Les arènes sont toujours plus ou moins roulées, mais le polissage des grains est très relatif; il n'atteint jamais le degré de perfection que l'on retrouve dans les grès de formation marine par exemple; dans les cas les plus parfaits, les angles sont émoussés et le minéral a son contour plus ou moins arrondi. Chez certains types, du reste, les grains sont si peu roulés et si fortement pressés les uns contre les autres qu'on croirait avoir affaire à une roche éruptive ou cristalline écrasée.

Il est à remarquer que l'amphibole fait toujours défaut dans les éléments constituants de ces grès; celle-ci, résistant assez bien à la décom-

position, il faut en conclure que les roches amphiboliques font défaut dans le conglomérat. Quant à la proportion respective des divers individus minéralogiques, elle varie considérablement, mais, dans la règle, c'est le quartz qui prédomine et de beaucoup. A ce point de vue, les grès houillers sont presque des quartzites.

Ces grès ne présentent jamais une orientation parallèle de leurs éléments détritiques, à moins qu'ils ne soient schisteux sur le terrain; nous avons alors intercalé les variétés dans les schistes houillers. Quant aux phénomènes dynamiques, ils sont très variables, bien accusés chez quelques types dont les éléments sont brisés et ressoudés, ils paraissent manquer complètement chez d'autres. Un fait curieux à noter est que chez les types où les phénomènes dynamométamorphiques ne s'observent pas, on trouve simultanément des grains de quartz à extinctions onduleuses à côté d'autres dont les extinctions sont franches; il paraît logique d'en conclure qu'une partie des roches au détriment desquelles se sont formés les grès houillers avaient subi d'énergiques compressions, attestées par les extinctions roulantes de ces quartz. C'est encore une preuve nouvelle de mouvements anciens dans la région.

Quant au ciment, d'importance variable, il est entièrement cristallin et formé par la réunion de quartz et de paillettes micacées de dimensions microscopiques que nous rapportons à la séricite; ces paillettes, incolores en lumière naturelle, à faible relief, s'éteignent parallèlement à la trace du clivage, ce dernier étant positif. Leur biréfringence nous a paru toujours au-dessous de celle de la muscovite et ne pas dépasser 0,025 à 0,028. Leur forme est très irrégulière. Dans le ciment elles s'enchevêtrent intimement avec ce quartz recristallisé, d'aspect flou, dont on distingue mal les contours. Souvent ces lamelles viennent se disposer tout autour des grains roulés en formant une couronne de paillettes orientées perpendiculairement à chaque point du contour.

Dans quelques grès, riches en ciment, la séricite s'accumule d'une manière exceptionnelle en certains points; il est probable que ces accu-

mulations proviennent de grains primitifs de feldspaths complètement transformés. Les aiguilles de rutile, si fréquentes et caractéristiques des schistes du houiller, font défaut ou sont rares; on en trouve cependant quelques-unes dans un ou deux échantillons. Les phénomènes métamorphiques ne paraissent pas très intenses dans les grès proprement dits. Ces types de roches sont du reste assez réfractaires au métamorphisme, MM. Michel-Lévy et Barrois l'ont prouvé pour les conglomérats et les grès de Bretagne. En général, les grains clastiques ne sont pas recristallisés; leur contour reste franc; nous verrons qu'il n'en est pas ainsi dans les variétés schisteuses.

MONOGRAPHIE DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS

1° *Grès provenant du versant S.-E. du col Joly, pris à 80 m. au S. du torrent des Péchettes,* de l'autre côté du torrent de Nant-Pulain. A l'œil nu, belles lamelles de muscovite et grains de quartz.

Au microscope, quelques grains de magnétite, d'illménite et de sphène; muscovite en belles lamelles à contour arrondi et effrangées, souvent entourées d'une couronne de séricite; orthose rare, ainsi que l'oligoclase, mieux conservé, qui montre les macles de l'albite et du péricline; les cristaux d'orthose sont remplacés par des amas de kaolin qui gardent parfois leur contour. Quartz abondant, roulé comme les autres éléments. Le ciment est séricitique, filamenteux avec les caractères habituels; de plus, dans le ciment, quelques paillettes de chlorite.

2° *Grès houiller pris à l'E. de la Grande Pierrière.* Cette roche est très fraîche, la muscovite y est abondante, la magnétite s'y présente en beaux cristaux de forme parfaitement géométrique et d'assez grandes dimensions; cette magnétite se concentre parfois en grains sphériques au sein d'un cristal d'apatite. Un peu d'hématite et d'illménite; grands cristaux d'orthose microperthitique, quartz granitoïde abondant, peu de ciment séricitique; la roche simule presque une roche éruptive.

3° *Roche prise à l'extrémité N.-E. de la bande houillère de Bellecombe.* Ce grès est polygénique et peut être considéré comme un conglomérat à éléments minuscules. *Au microscope,* magnétite, illménite, rutile en inclusions, muscovite en lamelles

roulées, orthose également peu fréquent, tandis que l'oligoclase est plus abondant, toujours très kaolinisé; quartz assez abondant, puis quelques grains de micropegmatite, de microgranulite, de schistes variés, parmi lesquels se trouve un schiste à séricite dont le type, qui n'a pas été rencontré dans les conglomérats, est formé par des bandes séricitiques alternant avec des zones quartzeuses mal individualisées. Le ciment habituel est formé par de la séricite, mêlée intimement à des petits grains de quartz; ici encore la séricite forme ces couronnes de paillettes orientées perpendiculairement aux contours du grain qu'elles enveloppent.

4° *Roche prise au sommet du Nant-Pulain, sur le versant S.-W. du col Joly.* A l'œil nu, la roche est un grès noir à grain très fin avec nombreuses paillettes de mica blanc.

Au microscope, beaux grains de magnétite et d'hématite; la biotite, en lamelles polychroïques, est plus ou moins chloritisée, la muscovite, abondante, se présente en lamelles au contour arrondi, l'orthose et l'oligoclase sont rares, en cristaux frais. Le quartz en grains roulés prédomine dans la roche, le ciment est extrêmement développé; ce dernier formé par une infinité de paillettes de séricite et de damourite, mêlées à du quartz, constitue presque la moitié de la roche. L'on trouve quelques plages charbonneuses, au voisinage desquelles on rencontre dans le ciment de très fines aiguilles de rutile enchevêtrées en fagots et présentant l'aspect caractéristique qu'elles ont dans les schistes argileux; le ciment ne se dispose pas en couronnes.

5° *Grès pris au sommet du col entre le lac de la Girotte et les chalets d'Outray à la cote 2116 m.* Grès gris à grain moyen. Au microscope, peu de magnétite, sphène; la muscovite, d'abondance moyenne, est en lamelles fortement ployées, les feldspaths sont rares, les plagioclases paraissent même manquer. La roche est presque uniquement constituée par des grains de quartz, de dimensions très inégales, anguleux et pressés les uns contre les autres; on retrouve des plages granitiques entières, plusieurs avec des esquilles internes pareilles à celles qu'on observe dans les granits très dynamométamorphiques de la région. Le ciment est presque complètement supprimé; on trouve cependant des places où les éléments, beaucoup plus fins, ont gardé une certaine schistosité, rappelant les micaschistes du cœur des anticlinaux. Cette roche semble constituée par des arènes de micaschistes et de roches éruptives qui ont à peine roulé et se sont recimentées sur place; la roche a subi plus tard de fortes pressions qui lui ont donné son caractère métamorphique.

6° *Grès pris au Chatelard, dans le val de la Gitte*, grès à grain fin, avec paillettes de mica, gris foncé. Un peu de magnétite et d'hématite, la chlorite et le phène sont rares, la muscovite, rare également, est en lamelles effrangées; orthose, oligoclase peu abondants, un cristal de plagioclase offre les extinctions du labrador; l'on trouve en outre un peu de biotite altérée et quelques plages roulées de micropegmatite, le quartz, en grains très roulés, prédomine dans la roche. Le ciment séricitique, très abondant, forme de nombreuses couronnes et entoure parfois dans une même auréole des grains unis de quartz et d'oligoclase, restes de plages granulitiques.

7° *Grès houiller, passant au type des grès à grain très fin, pris à la base du pâturage de Planpatier*. A l'œil nu, grès compact, à grain fin avec nombreuses et très fines paillettes de mica blanc.

Au microscope, la magnétite se présente en grains nombreux, le sphène est rare, la chlorite fréquente; la muscovite, en belles et grandes lamelles, est plutôt rare, l'orthose, souvent altéré, se présente en grands cristaux brisés, ceux d'oligoclase, moins abondants et plus petits, sont généralement mieux conservés. Le quartz, l'élément toujours de beaucoup le plus abondant, montre quelques grains à extinctions roulantes. Certaines plages granitiques conservées entières et intactes sont crénelées sur leurs bords; petites plages de quartz micropegmatoïde, quartz roulé abondant, le ciment a des caractères identiques à ceux des échantillons précédents, il est disposé fréquemment en couronnes.

8° *Grès fin et grisâtre pris dans le haut du vallon de la Gitte*.

Au microscope, les éléments y sont de grande dimension et peu roulés, la muscovite avec les caractères habituels, l'orthose très abondant, en gros grains et en cristaux toujours presque complètement kaolinisés, les éléments sont brisés et ressoudés par de nombreuses traînées de séricite. Jolis petits oligoclases, bien conservés, grains de quartz grossiers, formés quelquefois de la réunion de plusieurs individus granitoïdes, on observe aussi des plages d'orthose enveloppant les oligoclases et quelques grains de granulite à mica blanc; ce sont évidemment les arènes granitiques qui dominent dans ce type. Les éléments sont peu roulés, directement pressés les uns contre les autres, les interstices remplis par du kaolin et de la séricite.

9° *Grès houiller de Moëde*. Peu de muscovite, peu de feldspath, tous les grains sont exclusivement quartzeux, avec grains séricitiques abondants.

LES SCHISTES DU HOUILLER

On peut déjà effectuer macroscopiquement parmi eux une classification et distinguer des grès schisteux, encore en bancs, plus ou moins épais et des schistes ardoisiers très compacts, fissiles, généralement riches en anthracite. Sous le microscope, cette distinction est également possible, mais les formes et les structures sont alors excessivement variées. En principe, toute la formation est toujours détritique, mais, aux éléments roulés, viennent s'ajouter des éléments cristallisés dans la roche, tandis que les éléments clastiques eux-mêmes sont soumis à des recristallisations qui en modifient les contours primitifs.

Chez les types encore très gréseux le caractère de schiste n'est guère accusé que par une structure nettement parallèle dans les éléments du ciment, où les paillettes de mica s'orientent dans le sens de la schistosité; mais, déjà parmi ces derniers et d'une manière locale, on voit se développer certains minéraux nouveaux qui se retrouvent également en partie dans les schistes ardoisiers. Dans les grès schisteux de cette catégorie, les éléments détritiques sont identiques à ceux que nous avons décrits pour les grès proprement dits et, là encore, ils s'associent en proportions très variables.

L'illménite, en grains bruns, faiblement translucide sur les bords, est assez rare, la magnétite, en revanche, fréquente; le sphène détritique, incolore ou brunâtre, le zircon en grains roulés à pointements reconnaissables s'y trouvent également. Les feldspaths y sont rares, l'oligoclase plus fréquent que l'orthose, qui paraît se décomposer plus facilement. En somme, l'élément détritique qui prédomine de beaucoup est toujours le quartz. Les grains roulés de cet élément sont quelquefois d'anciennes plages, composées de plusieurs individus, leur contour n'est généralement plus frais et arrondi comme dans les grès en bancs, mais souvent il est fortement dentelé et paraît s'être accru sur les

bords; dans les dentelures ainsi formées, s'insèrent alors des lamelles de séricite, de telle manière que le grain paraît gagner de proche en proche dans la pâte du ciment schisteux.

Dans les schistes ardoisiers proprement dits, les grains clastiques sont toujours de beaucoup plus petite dimension; leur forme est nettement arrondie, mais leur contour est estompé et flou. Là encore il y a eu probablement recristallisation, mais sous un aspect un peu différent de celui que présentent les galets beaucoup plus grossiers des grès schisteux. Ces genres de recristallisation sont absolument conformes à ceux que M. Termier[1] a observés dans les schistes permiens de la Vanoise.

Parmi les minéraux qui paraissent d'origine secondaire, il faut mentionner avant tout le rutile, en très fines aiguilles, qui se trouve également dans les grès schisteux et les schistes ardoisiers, mais dont la proportion peut varier considérablement d'un échantillon à l'autre. Il s'y présente, soit sous forme de cristallites capillaires, visibles seulement aux plus forts grossissements, soit sous forme d'aiguilles ou de bâtonnets, souvent terminés aux deux extrémités par la pyramide; en lumière naturelle, vues au condensateur, ces aiguilles sont légèrement brunâtres et d'un très fort relief; en lumière polarisée, leur biréfringence est excessive, elles s'éteignent en long. La ténuité de certaines de ces aiguilles est telle qu'on en observe plusieurs superposées dans la coupe. Elles sont très souvent maclées simplement ou doublement, les deux derniers individus étant généralement terminés par des pyramides; ces petites macles en genou sont caractéristiques et fort nombreuses; sur des individus relativement gros, nous avons observé de nombreuses macles en cœur, avec plan de jonction $b^{1/3}$ (332). Ces aiguilles ne sont point disséminées uniformément dans la roche. Elles affectent certaines régions où l'on trouve de l'anthracite; tantôt s'alignent parallèlement, tantôt affectent la disposition dite en fagots (Termier). En somme, dans les

[1] Termier. Étude sur la constitution géologique du massif de la Vanoise, *Bull. des serv. de la Carte géol. de France*, n° 20, 1891.

grès schisteux, le rutile est plus rare que dans les schistes ardoisiers, mais les aiguilles y sont alors plus grosses.

La chlorite se développe également dans plusieurs de ces formations; elle y affecte parfois une disposition en rosettes marquée avec lamelles d'un polychroïsme sensible. La muscovite d'origine secondaire se trouve aussi dans certains échantillons; elle y présente des formes rappelant celles de la chlorite, souvent même elle alterne avec ce minéral. La calcite est excessivement rare dans toutes les formations, aussi bien dans les grès que dans les schistes ardoisiers; ce caractère fondamental, mis en lumière par l'un de nous, s'est vérifié d'une manière constante; l'absence ou la rareté des carbonates est un des caractères distinctifs des ardoises carbonifères, la calcite se trouvant toujours dans les formations analogues des terrains plus récents; ce fait, énoncé dans un travail antérieur d'après les analyses chimiques, a été confirmé de la manière la plus complète par nos diagnoses microscopiques[1].

Dans les schistes ardoisiers proprement dits, où la totalité des grains de quartz détritiques ont subi le phénomène de la recristallisation, comme aussi dans ceux où les très petits galets de quartz sont restés à contour franc (car les deux formations existent simultanément), aux paillettes de séricite qui forment la base s'ajoute toujours une plus ou moins grande quantité de matière argileuse amorphe et d'anthracite, accumulées par régions ou disséminées partout. Dans certaines variétés même, où les éléments détritiques sont excessivement petits et très rares, la matière amorphe constitue à elle seule la presque totalité de la roche, qui est alors une véritable argile schisteuse.

Il est à remarquer que cette abondance de matière argileuse correspond toujours à un grand développement d'anthracite pulvérulente dans les schistes; celle-ci semble avoir, pour ainsi dire, empêché la cristallisation de la séricite; ainsi par exemple dans les schistes de Servoz, où

[1] L. Duparc et Radian. *Archives des sciences physiques et naturelles* (Genève), 3me pér., t. XXII, p. 462.

cette matière argileuse est très développée, l'anthracite est aussi très abondante; remarquons que chez les grès pauvres en anthracite la recristallisation du ciment est en général parfaite.

En résumé, l'ensemble des schistes du carbonifère présente, à côté de caractères communs, des différences souvent marquées. Le métamorphisme y apparaît d'une manière plus évidente que dans les grès, mais aussi il nous semble aussi avoir agi d'une manière plus locale. M. Termier[1], dans sa remarquable étude du massif de la Vanoise, a comparé les assises houillères avec celles du permien; les caractères qu'il mentionne à propos des phyllades du houiller concordent absolument avec ceux que nous avons observés; toutefois, d'après lui, aucun grain quartzeux des phyllades ne garde son contour net; nous avons cependant examiné plusieurs schistes dans lesquels les grains quartzeux étaient franchement détritiques, sans recristallisation manifeste, et ne se distinguaient de leurs congénères des grès que par leur dimension.

MONOGRAPHIE DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS

1° *Schiste houiller de Petit-Cœur.* C'est une forme transitoire entre les grès et les schistes détritiques. *Au microscope,* grains nombreux et roulés de quartz, dont quelques-uns recristallisés, ciment à structure nettement parallèle composé de paillettes de séricite et de quartz secondaire, puis d'énormes grains de calcite; c'est le seul exemplaire qui en contienne.

2° *Schiste pris un peu en dessous de Planpatier.* Cette roche, très détritique, est passablement métamorphique; les galets de quartz, abondants, nourris sur leur pourtour, viennent insensiblement se fondre et se raccorder avec la masse principale. Quelques grains roulés de sphène, de zircon et de magnétite. Le fond de la roche est constitué par du quartz recristallisé en partie, associé à des paillettes de séricite couchées parallèlement. On y trouve en abondance des aiguilles de rutile, de dimensions relativement grandes et qui présentent les caractères déjà

[1] Termier, *loc. cit.*

indiqués; la macle en cœur n'y est pas rare. Dans la roche se développe de la chlorite d'un beau vert d'herbe, qui y forme des lentilles allongées, constituées par des fibrilles très polychroïques, s'éteignant dans le sens de la longueur et positives, *ng* vert d'herbe, *np* jaune; la biréfringence est très faible et la dispersion marquée; cette chlorite est accompagnée de houppes de mica blanc moins abondant, polarisant dans les teintes vives. Ce mica blanc s'associe souvent parallèlement à la chlorite; cette association présente alors l'aspect de lentilles allongées, dont le grand axe coïncide avec la schistosité, constituées par des fibres transversales et qui sont formées alternativement par de la muscovite et de la chlorite.

3° *Grès schisteux pris entre les deux cimes W. de l'arête d'Outray. Au microscope,* la roche renferme des nombreux grains de quartz détritiques de petites dimensions à contours nets, des nombreuses lamelles de muscovite orientées parallèlement et noyées dans un ciment séricitique, à structure parallèle, avec grains de magnétite et quelques rares aiguilles de rutile. La coupe montre des régions riches en quartz alternant avec d'autres où le grain est beaucoup plus fin; dans celles-ci le quartz est alors recristallisé, aligné parallèlement, entremêlé de paillettes de mica secondaire, de grains de magnétite, et de parcelles charbonneuses.

4° *Grès houiller passant aux schistes ardoisiers au-dessus de Planpatier.* Cette roche assez curieuse est formée par des grains de quartz de dimensions variées, de nombreuses paillettes et filaments de mica blanc, des larges lamelles de chlorite, quelques grains de magnétite, de sphène et d'orthose, le tout fermement comprimé, affectant une structure parallèle.

5° *Schiste argileux détritique en montant du Châtelard à Planpatier.* C'est une roche à grain très fin, montrant des petits grains de magnétite, et des très petits galets de quartz, à contour arrondi, estompé et flou; associés à de nombreuses lamelles de chlorite, des paillettes de séricite et de la matière charbonneuse.

6° *Schiste argileux pris à l'extrémité E. du torrent de Colomba,* sur le versant N.-E. du col Joly. A l'œil nu, la roche est très noire, avec rides gauffrées; elle renferme des très petits grains de quartz à contour flou, de la magnétite, des paillettes micacées et quelques petits grains de calcite, le tout mêlé à beaucoup d'anthracite, de matière amorphe, et à quelques aiguilles de rutile excessivement fines.

6° *Schiste argileux de Salvan, carrière supérieure*[1]. Les éléments détritiques y

[1] L. Duparc et Radian, *loc. cit.*

sont représentés par quelques grains de quartz, relativement assez gros, recristallisés sur leur pourtour, réunis à des paillettes de muscovite et à quelques grains de sphène ; ces éléments sont réunis dans une masse dans laquelle les forts grossissements montrent un peu d'hématite, du quartz secondaire, des paillettes de séricite, des aiguilles de rutile très fines et de la matière amorphe jointe à de l'anthracite.

Dureté 3. Densité 2,799.

Analyse :

SiO_2	=	60,72
Al_2O_3	=	22,14
FeO	=	5,62
FeS_2	=	0,47
CaO	=	0,68
MgO	=	0,97
K_2O	=	4,74
Na_2O	=	2,44
H_2O	=	0,14
C	=	0,98
Perte au feu	=	2,26
Somme....		101,16

7° Un autre échantillon de même provenance présente des caractères semblables ; il est encore plus riche en éléments quartzeux, offrant nettement les phénomènes de recristallisation déjà mentionnés ; leur forme est arrondie, leur contour très flou se raccorde insensiblement avec le fond de la roche ; quelques belles lamelles de muscovite.

8° Un troisième échantillon est aussi très détritique, riche en lamelles de mica, qui y présentent une disposition curieuse ; tantôt le centre de la lamelle est formé par une chlorite verdâtre, très polychroïque, bordée par une ceinture de muscovite ; tantôt la lamelle est formée par des bandes alternantes de mica blanc et de chlorite. Les aiguilles de rutile sont très petites et alignées parallèlement.

Analyse du 2me échantillon (7°) :		*Analyse du 3me échantillon* (8°) :	
SiO_2	= 60,72	SiO_2	= 64,20
Al_2O_3	= 22,14	Al_2O_3	= 20,67
Fe_2O_3	= —	Fe_2O_3	= —
FeO	= 5,62	FeO	= 4,13
FeS_2	= —	FeS_2	= —
CaO	= 0,68	CaO	= 0,63
MgO	= 0,97	MgO	= 0,52
K_2O	= 4,74	K_2O	= 5,53
Na_2O	= 2,44	Na_2O	= 0,84
H_2O	= 0,14	H_2O	= 0,20
C	= 0,98	C	= 0,45
Perte au feu	= 2,26	Perte au feu	= 2,11
	101,16		99,28

9° *Schiste d'Outre-Rhône. Au microscope,* grains de leucoxène et de magnétite, quartz détritique petit et rare, recristallisé. Masse principale formée de paillettes de séricite très fine, de quartz en voie de cristallisation et de matière amorphe. Cette forme rappelle les vrais schistes argileux pauvres en fragments clastiques.

Analyse :

SiO_2	= 61,62
Al_2O_3	= 22,21
Fe_2O_3	= 1,87
FeO	= 2,48
CaO	= 0,74
MgO	= 0,87
K_2O	= 5,04
Na_2O	= 1,50
FeS_2	= 0,20
H_2O	= 0,17
C	= 0,69
Perte au feu	= 2,91
	100,40

10° *Schiste de Servoz*. Cet échantillon typique nous montre sous le microscope quelques très petits grains détritiques, empâtés dans une matière amorphe, il est surchargé d'anthracite avec peu de rutile en aiguilles très fines.

Analyse :

SiO_2	= 50,17
Al_2O_3	= 24,34
Fe_2O_3	= 1,69
FeO	= 6,49
FeS_2	= 0,78
CaO	= 1,97
MgO	= 1,24
K_2O	= 5,32
Na_2O	= 0,64
H_2O	= 0,90
C	= 5,15
Perte au feu	= 1,25
	99,94

Nous avons examiné également beaucoup d'autres schistes ardoisiers des diverses zones alpines, notamment de celles du Briançonnais; leurs caractères sont identiques. Remarquons en passant que l'acidité de ces roches est en quelque sorte en raison inverse de l'abondance des fragments détritiques; il y a, à ce point de vue, une sorte de décroissance des grès carbonifères très acides aux schistes argileux, qui sont évidemment dus aux dépôts de vases très fines, d'origine feldspathique, abandonnées au large, après une longue suspension dans l'eau.

QUARTZITES DU TRIAS

L'on sait que dans la première zone alpine le trias est presque toujours discordant sur le carbonifère; il est constitué généralement par des

quartzites à la base, surmontés par des bancs dolomitiques, blancs ou blancs jaunâtres, très compacts, au-dessus desquels l'on rencontre des cargneules, vacuolaires, renfermant fréquemment des fragments de schistes talqueux et des grains de quartz; quant au gypse, il ne paraît pas avoir de niveau particulier. Ce sont surtout les quartzites et les cargneules qui acquièrent le plus grand développement. Nous avons pensé qu'il serait intéressant d'étudier les quartzites pour les comparer aux grès du houiller.

Ces quartzites sont assez différents, toujours de couleur claire, le grain en est très variable; ils se présentent en bancs compacts, d'autres fois le laminage y est intense, la structure nettement schisteuse.

Au microscope, ces grès sont excessivement variés et se distinguent en cela des grès du carbonifère; les éléments qui les composent sont identiques à ceux de ce dernier terrain, à l'exception toutefois de la muscovite, qui manque presque complètement, et des aiguilles de rutile; nous n'avons en effet retrouvé ce minéral qu'à l'état d'inclusion dans un grain de quartz. La tourmaline, qui paraît également si fréquente dans le trias de la Vanoise, d'après les observations de M. Termier[1], fait aussi presque complètement défaut, le sphène détritique manque également; quant à la séricite et à la chlorite, qui font partie intégrante du ciment, elles varient beaucoup suivant les échantillons; on peut en dire autant des phénomènes de recristallisation, manifestes ou intenses dans certaines quartzites, ils sont très peu accusés dans d'autres. En effet, plusieurs de ces roches sont exclusivement composées de galets de feldspath et de quartz beaucoup plus roulés que leurs congénères du carbonifère et réunis par un ciment qui présente une analogie parfaite avec celui des grès houillers; d'autres fois ces quartzites sont constitués par de gros grains de feldspath et de quartz (ce dernier recristallisé), le tout réuni par un ciment quartzeux entièrement cristallisé, composé évidemment à l'origine d'une infinité de petits grains détritiques qui se sont accrus par

[1] Termier, *loc. cit.*

leur périphérie et dans lesquels la séricite est toujours rare. Les grains quartzeux, détritiques, se raccordent alors insensiblement avec cette base recristallisée.

Un fait digne de remarque est la richesse de cette formation en calcite; ce minéral se retrouve très abondamment dans plusieurs échantillons et, autant qu'on en peut juger, c'est un élément constituant fréquent. Ce fait est presque un caractère distinctif dans notre région entre les quartzites du trias et les grès houillers, dans lesquels le carbonate de chaux paraît manquer ou être en tout cas fort peu fréquent.

Les phénomènes dynamiques sont très accusés; il n'est pas rare de voir les types à recristallisation manifeste froissés et brisés, principalement les types schisteux. De fait, même dans les quartzites en bancs lités, on observe souvent un alignement marqué dans les galets de quartz, de telle manière que leurs grands axes se disposent parallèlement.

En résumé, les quartzites du trias ont une structure plus variée que leurs congénères du houiller; les éléments constituants en sont semblables, souvent avec prédominance marquée du quartz et, quant aux phénomènes métamorphiques, ils y sont plus accusés, notamment dans ceux de recristallisation. Toutefois, le métamorphisme y paraît également local. M. Termier, en résumant ses études sur les formations de même âge du massif de la Vanoise, signale la possibilité de sources siliceuses ayant présidé à la constitution des premiers sédiments triasiques; nous nous rallions volontiers à cette idée, qui expliquerait la sursilicification de certains exemplaires et la localisation du phénomène.

MONOGRAPHIE DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS

1° *Quartzite pris dans le ravin du Célestet.* Roche blanche à grain fin, montrant à l'œil nu quelques clivages de nature feldspathique et des paillettes séricitiques; tendance au laminage manifeste.

Au microscope, quelques gros grains d'orthose, maclés selon Carlsbad avec

plan de jonction sinueux, passage à la microperthite; quelques grands grains de quartz formés par une série d'individus à extinctions onduleuses. Les fragments d'oligoclase sont rares, ces éléments sont réunis par une masse quartzeuse, faisant ciment, très abondante, constituée par une série de petits grains qui s'engrènent les uns dans les autres; parmi ces derniers s'insèrent quelques paillettes de séricite, localisées surtout dans le voisinage des feldspaths; la roche est laminée, quelques grains de quartz sont écrasés et frangés d'esquilles.

2° *Quartzite du sommet N.-E. des Enclaves.* Cette roche est d'un type tout différent, de couleur grise et de structure grenue. Au microscope, quelques rares zircons, quelques grands galets de feldspaths, principalement d'orthose; multitude de galets de quartz, parfaitement arrondis, parfois elliptiques, beaucoup plus roulés que dans le carbonifère; les grains elliptiques ont leur grand axe aligné parallèlement. Le ciment, calé entre les grains, est formé par du quartz flou et des paillettes de séricite orientées parallèlement; dans le quartz des inclusions liquides, pas de recristallisation apparente.

3° *Quartzite pris au haut de la Grande Pierrière.* Cette roche forme un troisième type qui, au microscope, montre quelques volumineux grains de feldspath orthose et surtout d'oligoclase; ce dernier, altéré périphériquement, montre cependant encore les macles de l'albite. Un peu de magnétite, nombreux galets de quartz arrondis, à contours largement recristallisés; le tout est réuni par un ciment riche en séricite, mêlé à du quartz nourri et à une multitude de gros grains de quartzite, moulant souvent le quartz secondaire. Cet élément est très abondant, il imprègne parfois complètement les plagioclases; la roche montre des actions dynamiques manifestes.

4° *Quartzite pris à l'E. de Hauteluce.* Roche verte, à grain très fin, excessivement compacte; cette roche est à peu près identique au n° 1. Elle se compose de galets feldspathiques et surtout quartzeux, sans recristallisation manifeste, à contour parfaitement arrondi, réunis par un ciment de séricite joint à une matière amorphe peu déterminable. Le ciment forme souvent couronne autour des galets.

5° *Quartzite de Nant-Borrant pris sur le sentier de Nant-Borrant au col Joly,* à 300 m. au-dessous des Granges. Au microscope, cette roche rappelle le type n° 1. Peu de galets d'orthose, beaucoup de grains de quartz; les éléments clastiques sont en proportion relativement faible par rapport au ciment. Les galets de quartz sont nettement recristallisés, leur contour est dentelé, capricieux et se fond

insensiblement dans la masse principale. Celle-ci est entièrement cristallisée et formée en majeure partie par quelques grains de quartz joints à de la séricite secondaire en paillettes. Toute la roche est imprégnée de volumineux grains de calcite avec clivages marqués qui en forment à peu près le tiers. Rares lamelles détritiques de muscovite.

6° *Quartzite de Planpatier. Au microscope*, quelques grains de magnétite et d'illménite ; jolis zircons, nombreux galets de quartz arrondis, ciment abondant formant de larges couronnes autour des galets et constitué principalement par de la séricite. Quelques galets de feldspath, un cristal de tourmaline.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Sans vouloir revenir en détail sur les observations que nous avons déjà faites, voici en quelques mots les principales conclusions qui se dégagent de cette étude :

Le houiller s'est formé localement, dans les dépressions d'une région émergée; les galets de ses conglomérats sont identiques aux types éruptifs ou cristallophylliens qu'on trouve actuellement dans les anticlinaux cristallins de la dite région. Les roches cristallophylliennes prédominent dans le conglomérat. De plus, des galets de grès du type houiller accompagnent les roches cristallines de ce conglomérat et prouvent que, d'une part, la formation des grès a précédé par places celle du conglomérat, et, d'autre part, la continuité des mouvements pendant la formation de ce terrain.

Dans les conglomérats houillers les phénomènes dynamiques, conséquence des mouvements hercyniens et alpins, ne se traduisent que par la cohérence du ciment et le degré d'agrégation du conglomérat.

Les grès proviennent de roches identiques à celles qu'on trouve dans ce dernier; ce sont des individus minéralogiques ou de petits fragments qui ont été généralement fort peu roulés et qui présentent des caractères très analogues à ceux des sables charriés dans les torrents à faible

cours. Le ciment en est cristallin, les phénomènes métamorphiques moins intenses que dans les quartzites du trias, mais plus généraux.

Les schistes houillers représentent des sédiments dus à la lévigation et déposés au large des deux formations précédentes; ils montrent au microscope toutes les formes de passage entre les grès et les schistes argileux proprement dits. Le métamorphisme y est plus évident que dans les deux autres formations, les grains clastiques y sont souvent recristallisés et des minéraux nouveaux y ont pris naissance. Le métamorphisme y est aussi plus localisé, car, dans la formation, on rencontre simultanément des roches très modifiées et d'autres qui sont restées argileuses; l'anthracite paraît avoir empêché la recristallisation à son voisinage. Enfin, dans l'ensemble du houiller, la calcite est toujours un élément rare, tandis qu'elle est un élément constituant de la majorité des quartzites du trias.

Les différents faits que nous avons observés confirment l'opinion de O. Heer, qui voyait dans le houiller des Alpes une formation lacustre. Nous avons démontré que, dans les sédiments houillers, l'équivalent des couches comprises entre le terrain cristallin et le carbonifère manque; si l'on réfléchit que les roches cornées qui, au point de vue stratigraphique, sont intermédiaires entre le terrain cristallin et le houiller sont universellement reconnues comme semblables et de même âge que les cornes précambriennes du Plateau central, nous devons logiquement admettre que la région où se sont remplies les cuvettes du houiller a été émergée par un mouvement antérieur au silurien, contemporain de celui qui a émergé une partie de la Bohême et du Plateau central.

TABLE DES MATIÈRES

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
TOME XXXII. — 1re partie. — No 5.

THÉORÈMES GÉNÉRAUX DE THERMODYNAMIQUE ET LEUR APPLICATION AUX CORPS ÉLASTIQUES

PAR

Gustave CELLÉRIER

GENÈVE
IMPRIMERIE AUBERT-SCHUCHARDT
1894

THÉORÈMES GÉNÉRAUX

DE

THERMODYNAMIQUE

ET

LEUR APPLICATION AUX CORPS ÉLASTIQUES

L'application de la Thermodynamique à l'étude des corps élastiques a fait l'objet de travaux importants, tels que ceux de MM. Duhem, Schiller, W. Thomson, W. Voigt.

Dans les recherches suivantes, nous nous proposons de déduire les conséquences thermodynamiques générales des deux principes fondamentaux, d'une manière purement analytique, sans faire aucune hypothèse préalable relative soit à la nature de la chaleur, soit à la constitution moléculaire des corps, soit enfin au nombre, à la grandeur, ou à l'espèce des variables indépendantes qui déterminent l'état d'un corps.

Nous établissons d'abord les théorèmes généraux, dérivant des deux principes fondamentaux, pour tout corps susceptible de réversibilité dans ses modifications. Nous appliquons ensuite les résultats trouvés à des corps idéaux doués d'une parfaite élasticité.

En outre, pour les corps isotropes, nous entrons dans quelques développements relatifs aux modifications du premier ordre de grandeur.

I. Théorèmes généraux pour des corps quelconques.

Théorème fondamental.

1. Le *principe de l'équivalence* entre la chaleur et le travail est, comme on le sait, un fait d'expérience. Ce principe a été vérifié, non seulement pour les fluides, mais aussi pour d'autres corps.

Généralisant les résultats acquis, nous supposerons ce principe vrai pour tous les corps, et désignerons par A la constante numérique de l'équivalent calorifique du travail.

Le *principe de Carnot* est basé sur l'existence d'une fonction toujours croissante avec la température, sur la notion d'égalité de température, et sur d'autres notions généralement admises. Ces bases nous paraissant exister pour tous les corps, nous leur étendrons le principe de Carnot.

Pour pouvoir appliquer ce principe à un corps dont la température varie à chaque instant d'un point à l'autre, il faut considérer un élément infinitésimal du corps, dont la température moyenne est T (T désignant la fonction de Carnot, quantité qui n'est indiquée qu'imparfaitement par les thermomètres usuels.) Cet élément, étant soumis à diverses déformations par les éléments voisins en un temps assez court pour que les phénomènes de conductibilité soient négligeables, se trouve porté à la température T'. Il reçoit, à cette température, sous un trajet isothermique, une quantité de chaleur dQ'. Une troisième modification, adiabatique, le ramène à la température T. Enfin, à cette dernière température, il retrouve par diverses modifications les conditions de son état initial, en dégageant une quantité de chaleur dQ.

L'on doit alors énoncer le théorème de Carnot par l'équation

$$\frac{dQ' - dQ}{dQ'} = \frac{T' - T}{T'} + \alpha$$

α étant une quantité d'autant plus petite que l'élément est petit, de sorte que l'on aura à considérer

$$\lim \frac{dQ' - dQ}{dQ'} = \frac{T' - T}{T'} \tag{1}$$

Nous n'aurons alors à étudier, au point de vue purement thermique, que des corps pour lesquels la température, les pressions, les dilatations, etc., sont les mêmes en chaque point, aux fins d'établir les relations existant entre ces diverses quantités. L'on pourra ensuite pour un corps quelconque, en vertu de l'équation (1), appliquer ces relations séparément à chaque élément infinitésimal du corps.

2. Quand on fournit à un corps une quantité de chaleur dQ, une partie $A\,dU$ se transforme en énergie intérieure, et une autre $A\,dL$ en travail extérieur, de sorte que

$$dQ = A\,(dU + dL) \tag{2}$$

La quantité dU est une différentielle exacte, parce que l'énergie intérieure U est une certaine fonction des diverses variables qui déterminent l'état du corps. Ces variables sont par exemple les composantes des pressions et des dilatations en diverses directions, pour un corps élastique, etc. Plusieurs d'entre elles doivent être, suivant la nature du corps, considérées comme indépendantes ; d'autres au contraire sont des fonctions des premières, fonctions dont la forme n'est point toujours connue. Dans ce dernier cas se trouve souvent la quantité U, qui se subdivise d'ailleurs en deux, l'énergie actuelle W du système et son énergie potentielle J, de sorte que

$$U = W + J \tag{3}$$

Mais ces deux quantités ne peuvent pas en général être déterminées directement d'une manière complète, de sorte que U reste en partie ou en tout indéterminé.

Nommant $x, y, z\ldots$, les variables indépendantes, dont la signification peut également n'être pas connue à priori pour toutes, nous aurons

$$dU = \frac{dU}{dx}\,dx + \frac{dU}{dy}\,dy + \ldots$$

Il n'en est pas de même de la variation dL, qui représente l'élément du travail extérieur. Les divers points du corps, à sa surface, sont soumis à des forces extérieures auxquelles, pour des trajets réversibles, font à chaque instant équilibre les diverses pressions. Ces points ont des déplacements, d'où provient le travail; et l'on conçoit que, suivant la répartition et la succession de ces forces, l'on puisse de diverses manières passer de l'un à l'autre de deux états déterminés du corps, en obtenant des travaux différents. Ainsi la quantité représentée par dL est simplement une expression différentielle des variables, sans être une différentielle exacte.

De la sorte, dQ n'est point non plus la différentielle exacte d'aucune fonction des variables x, y, z, variables qui déterminent l'état du corps.

Mais en partant des deux principes de thermodynamique rappelés plus haut, le rendement d'un cycle élémentaire de Carnot étant $\frac{\delta T}{T}$, nous pouvons démontrer le théorème fondamental:

La quantité $\frac{dQ}{T}$ *est la différentielle exacte d'une fonction des variables* x, y, z... *dont dépend l'état du corps.*

Le terme de rendement du cycle élémentaire est défini par la forme même de l'équ. (1), dans laquelle $dQ' - dQ$ est équivalent au travail extérieur développé, et dQ' est égal à la quantité de chaleur dépensée. Comme ce travail extérieur se compose de plusieurs parties, regardant T' et T comme très rapprochés, de sorte que

$$T' = T + \delta T,$$

nous aurons

$$dQ' - dQ = A\Sigma\delta L$$

et par suite

$$\frac{A\Sigma\delta L}{dQ} = \frac{\delta T}{T}.$$

Nous emploierons sous cette forme l'équ. (1).

3. Nous désignerons par des lettres A, B, C, D les états consécutifs du corps et par des groupes de deux lettres, AB, etc., l'indication du

changement d'état, de A en B, que nous appelons *trajet*. La succession des lettres représente celle des états.

Un *cycle* est alors une succession de trajets, dont la première lettre de chacun est la dernière du précédent, et tel que le corps revienne à la fin à son état initial.

D'après ces définitions, le cycle de Carnot élémentaire sera composé des trajets suivants:

$$\begin{array}{ll} \mathrm{AB} & \mathrm{T} + \delta\mathrm{T} = \text{const.} \\ \mathrm{BC} & d\mathrm{Q} = 0 \\ \mathrm{CD} & \mathrm{T} = \text{const.} \\ \mathrm{DA} & d\mathrm{Q} = 0 \end{array}$$

Nous regarderons en général U et T comme des fonctions des variables x, y, z,... et écrirons

$$d\mathrm{U} = \frac{d\mathrm{U}}{dx}dx + \frac{d\mathrm{U}}{dy}dy + \dots$$

et

$$d\mathrm{L} = \mathrm{X}_1 dx + \mathrm{Y}_1 dy + \mathrm{Z}_1 dz + \dots \tag{4}$$

où X_1, Y_1,... sont certaines fonctions des variables.

Posant

$$\mathrm{X} = \mathrm{X}_1 + \frac{d\mathrm{U}}{dx}, \quad \mathrm{Y} = \mathrm{Y}_1 + \frac{d\mathrm{U}}{dy}, \text{ etc.} \tag{5}$$

on aura

$$d\mathrm{Q} = \mathrm{A}\,(\mathrm{X}dx + \mathrm{Y}dy + \mathrm{Z}dz + \dots) \tag{6}$$

et nous écrirons, pour abréger

$$d\mathrm{L} = \Sigma \mathrm{X}_1 dx, \quad d\mathrm{Q} = \mathrm{A}\Sigma \mathrm{X}dx$$

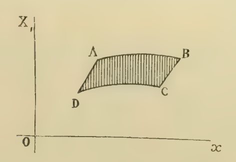
Considérons le cycle élémentaire A B C D A et calculons $\Sigma d\mathrm{L}$ pour l'ensemble de ses quatre trajets:

$$\begin{array}{ll} \mathrm{AB:} & d\mathrm{L} = +\,\Sigma(\mathrm{X}_1 + \delta\mathrm{X}_1)dx \\ \mathrm{BC:} & d\mathrm{L} = -\,\Sigma(\mathrm{X}_1 + d\mathrm{X}_1)\delta x \\ \mathrm{CD:} & d\mathrm{L} = -\,\Sigma \mathrm{X}_1 dx \\ \mathrm{DA:} & d\mathrm{L} = +\,\Sigma \mathrm{X}_1 \delta x \end{array}$$

d'où

$$\Sigma d\mathrm{L} = \Sigma\,(\delta\mathrm{X}_1 dx - d\mathrm{X}_1 \delta x)$$

Cette formule se démontre plus clairement par l'emploi d'un diagramme. Traçons sur un plan deux axes Ox, OX_1 rectangulaires, et portons, pour les trajets du cycle, les points dont les coordonnées sont les



x et X_1 correspondants. Nous obtenons un quadrilatère curviligne de dimensions infinitésimales, assimilable à un parallélogramme, et dont l'aire représente le terme $\int X_1 dx$ de ΣdL. Les coordonnées des sommets valant

A :	$x + \delta x,$	$X_1 + \delta X_1$
B :	$x + \delta x + dx,$	$X_1 + \delta X_1 + dX_1$
C :	$x + dx,$	$X_1 + dX_1$
D :	$x,$	X_1

on trouve, pour l'aire de ce cycle partiel, la quantité $\delta X_1 dx - dX_1 \delta x$ ci-dessus.

Parmi les variables qui déterminent l'état du corps et dont T est fonction, on peut, pour obtenir un trajet isothermique, ne faire varier que deux d'entre elles et supposer aux autres des valeurs déterminées, de sorte qu'en choisissant x, y pour ces variables, on ait constamment, sur le trajet CD, la relation

$$\frac{dT}{dx}\, dx + \frac{dT}{dy}\, dy = o$$

La même restriction étant apportée au passage de T à $T + \delta T$, on aura

$$\delta T = \frac{dT}{dx}\, \delta x + \frac{dT}{dy}\, \delta y, \quad \delta X_1 = \frac{dX_1}{dx}\, \delta x + \frac{dX_1}{dy}\, \delta y$$

$$dX_1 = \frac{dX_1}{dx}\, dx + \frac{dX_1}{dy}\, dy$$

et de même pour δY_1, dY_1; quant aux termes se rapportant à Z_1, etc., ils sont détruits dans l'expression de ΣdL par la nullité des facteurs dz, δz, etc.. En définitive, pour ce genre de cycle de Carnot, on a

$$\Sigma dL = \delta X_1 dx - dX_1 \delta x + \delta Y_1 dy - dY_1 \delta y$$

ou, d'après les expressions ci-dessus

$$\Sigma dL = \left(\frac{dX_1}{dy} - \frac{dY_1}{dx}\right)(\delta y dx - \delta x dy)$$

Comme l'on doit avoir $\frac{A \Sigma dL}{dQ} = \frac{\delta T}{T}$, remplaçant ΣdL par la valeur précédente, dQ par $A(Xdx + Ydy)$, δT par $\frac{dT}{dx}\delta x + \frac{dT}{dy}\delta y$, et aussi

$$\frac{dX_1}{dy} - \frac{dY_1}{dx}$$

par son égale

$$\frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx}$$

on obtient

$$\frac{Xdx + Ydy}{T} = \left(\frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx}\right)\frac{\delta y dx - \delta x dy}{\frac{dT}{dx}\delta x + \frac{dT}{dy}\delta y}$$

Comme d'autre part le trajet AD est adiabatique, on a

$$X\delta x + Y\delta y = o$$

Éliminant δx entre cette équation et la précédente, δy disparaît et l'on obtient

$$T\left(\frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx}\right) = X\frac{dT}{dy} - Y\frac{dT}{dx}$$

c'est-à-dire

$$\frac{d\left(\frac{X}{T}\right)}{dy} = \frac{d\left(\frac{Y}{T}\right)}{dx}$$

On trouverait de même

$$\frac{d\left(\frac{X}{T}\right)}{dz} = \frac{d\left(\frac{Z}{T}\right)}{dx}$$

etc., ce qui démontre que

$$\frac{Xdx + Ydy + ..}{T}, \text{ ou } \frac{dQ}{T}$$

est une différentielle exacte.

Ce théorème fondamental est ainsi démontré pour tous les cas où l'on peut écrire

$$dQ = A\,(dU + dL)$$

Réciproque du théorème fondamental.

4. *Si une fonction* S *de* x, y, z,... *est telle que* $\frac{\Sigma X\,dx}{S}$ *soit une différentielle exacte, le rendement d'un cycle élémentaire composé de deux trajets adiabatiques alternant avec deux trajets* S = *const.*, S + δS = *const.*, *est égal à* $\frac{\delta S}{S}$.

Pour la démonstration de ce théorème, nous poserons d'abord $\frac{\Sigma X dx}{S} = d\varphi$, d'où

$$X = S\frac{d\varphi}{dx}, \quad Y = S\frac{d\varphi}{dy}, \text{ etc.}$$

Le travail du cycle élémentaire sera évalué comme dans le nº 3, et dans son expression

$$\Sigma dL = \Sigma\,(\delta X_1 dx - dX_1 \delta x)$$

l'on remplacera X_1, Y_1,... par leurs valeurs respectives

$$X - \frac{dU}{dx}, \; Y - \frac{dU}{dy}, \text{ etc.}$$

Remarquant que

$$dx\delta\left(\frac{dU}{dx}\right) = \delta\left(\frac{dU}{dx}dx\right) - \frac{dU}{dx}\delta dx$$

$$\delta x d\left(\frac{dU}{dx}\right) = d\left(\frac{dU}{dx}\delta x\right) - \frac{dU}{dx}d\delta x$$

et que $d\delta x = \delta dx$, nous aurons

$$\delta X_1 dx - dX_1 \delta x = \delta X dx - dX\delta x + d\left(\frac{dU}{dx}\delta x\right) - \delta\left(\frac{dU}{dx}dx\right)$$

et par suite

$$\Sigma dL = \Sigma\,(\delta X dx - dX\delta x)$$

attendu que

$$\Sigma d\left(\frac{dU}{dx}\delta x\right) = d\delta U = \delta dU = \Sigma\delta\left(\frac{dU}{dx}dx\right)$$

On peut encore écrire

$$\Sigma dL = \delta\,(\Sigma X dx) - d\,(\Sigma X\delta x)$$

et remplaçant $\Sigma X dx$ par $S d\varphi$, $\Sigma X\delta x$ par $S\delta\varphi$, on a

$$\Sigma dL = \delta S d\varphi - dS\delta\varphi$$

Or dans le cas présent, $dS = o$, tandis que $d\varphi$ vaut $\frac{dQ}{AS}$; on tire de là

$$\frac{A\Sigma dL}{dQ} = \frac{\delta S}{S}$$

ce qui démontre la proposition énoncée.

5. *Les seules variables indépendantes dont les fonctions S et U puissent dépendre sont celles qui sont représentées dans l'expression générale de dL.*

En écrivant

$$dQ = A\,(X dx + Y dy + \ldots. + \Phi d\varphi + \Psi d\psi + \ldots)$$
$$dL = X_1 dx + \ldots. + \Phi_1 d\varphi + \Psi_1 d\psi + \ldots.$$

nous aurons, $\frac{1}{S}$ étant un facteur d'intégrabilité

$$\frac{d\left(\frac{X}{S}\right)}{d\varphi} = \frac{d\left(\frac{\Phi}{S}\right)}{dx},\quad \frac{d\left(\frac{X}{S}\right)}{d\psi} = \frac{d\left(\frac{\Psi}{S}\right)}{dx},\ \text{etc.}$$

Développant, et remplaçant X, Φ, etc., par $X_1 + \frac{dU}{dx}$ etc., on trouve le système d'équations auxquelles appartiennent les trois suivantes

$$S\left(\frac{d\Phi_1}{d\psi} - \frac{d\Psi_1}{d\varphi}\right) = \Phi\,\frac{dS}{d\psi} - \Psi\,\frac{dS}{d\varphi}$$

$$S\left(\frac{d\Psi_1}{dx} - \frac{dX_1}{d\psi}\right) = \Psi\,\frac{dS}{dx} - X\,\frac{dS}{d\psi}$$

$$S\left(\frac{dX_1}{d\varphi} - \frac{d\Phi_1}{dx}\right) = X\,\frac{dS}{d\varphi} - \Phi\,\frac{dS}{dx}$$

Nous désignerons par le symbole $H_{\varphi\psi}$ la quantité

$$\frac{d\Phi_1}{d\psi} - \frac{d\Psi_1}{d\varphi}, \text{ ou } \frac{d\Phi}{d\psi} - \frac{d\Psi}{d\varphi}$$

de sorte que

(7) $$H_{xy} = \frac{dX_1}{dy} - \frac{dY_1}{dx} = \frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx} = -H_{yx}, \text{ etc.}$$

Les équations ci-dessus s'écrivent alors

(8) $$\Phi\,\frac{dS}{d\psi} - \Psi\,\frac{dS}{d\varphi} = SH_{\varphi\psi}, \text{ etc.}$$

En les multipliant respectivement, soit par X, Φ, Ψ, soit par

$$\frac{dS}{dx}, \frac{dS}{d\varphi}, \frac{dS}{d\psi},$$

et les ajoutant, on obtient

(9) $$XH_{\varphi\psi} + \Phi H_{\psi x} + \Psi H_{x\varphi} = 0$$

(10) $$\frac{dS}{dx}H_{\varphi\psi} + \frac{dS}{d\varphi}H_{\psi x} + \frac{dS}{d\psi}H_{x\varphi} = 0$$

Si la variable x n'entre pas dans l'expression de dL, X_1 est nul, tandis que Y_1, Z_1, etc., Φ_1, Ψ_1,... sont indépendants de x. Tous les H affectés d'un indice x étant alors nuls, les équations analogues aux précédentes, où se trouvent X ou $\frac{dS}{dx}$, se réduisent à la forme

$$XH_{\varphi\psi} = 0, \quad \frac{dS}{dx}H_{\varphi\psi} = 0$$

Comme dL n'est pas une différentielle exacte, les quantités $H_{\varphi\psi}$ ne peuvent pas être toutes nulles, de sorte que

$$\frac{dS}{dx} = o, \qquad X = o$$

Comme $X_1 = o$, on déduit de la dernière que $\frac{dU}{dx} = o$. Donc U et S sont indépendants de x, ce que nous avions à démontrer.

Nous avons admis que dL ne pouvait être la différentielle exacte d'une fonction; si le contraire avait lieu, dQ serait la différentielle d'une fonction, ce qui, au point de vue physique, ne paraît pas justifié; d'un autre côté, le travail d'un cycle fermé serait nul, parce que l'intégrale définie $\int d$L aurait les mêmes limites au point d'arrivée qu'au point de départ. Nous pouvons le faire ressortir des formules précédentes relatives au cycle élémentaire, pour lequel on a

$$\Sigma dL = \Sigma\ (\delta X_1 dx - dX_1 \delta x)$$

expression qui peut s'écrire

$$\Sigma dL = \delta\ (\Sigma X_1 dx) - d\ (\Sigma X_1 \delta x)$$

et si

$$\Sigma X_1 dx = df\,(x, y, z, \ldots)$$

on a, pour le cycle :

$$\Sigma dL = \delta df - d\delta f = o$$

Ainsi ce cas ne doit pas être considéré, et le théorème énoncé est général.

De ce théorème, il est aisé de déduire que *si l'expression de* dL *peut être ramenée à la forme* $Pd\lambda + Md\mu + Nd\nu + \ldots$, *où* $\lambda, \mu, \nu, \ldots$ *sont des fonctions de* $x, y, z, \ldots$ *en nombre inférieur à celui de ces dernières variables, et où* P, M, N,... *sont des fonctions de* λ, μ, ν, *etc., les quantités* U *et* S *seront des fonctions de* $\lambda, \mu, \nu, \ldots$ *sans dépendre autrement de* $x, y, z, \ldots$

Équations thermiques.

6. Nous résumerons ici les équations qui forment la base de la Thermodynamique et que nous avons, dans ce qui précède, écrites pour la plupart.

On a

(4) $$dL = X_1 dx + Y_1 dy + Z_1 dz + \ldots$$

Posant

(5) $$X = X_1 + \frac{dU}{dx}, \quad Y = Y_1 + \frac{dU}{dy}, \text{ etc.}$$

on en tire

(6) $$dQ = A\,(X dx + Y dy + Z dz + \ldots)$$

et

(7) $$\frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx} = \frac{dX_1}{dy} - \frac{dY_1}{dx} = H_{xy}, \text{ etc.}$$

Les conditions d'intégrabilité donnent lieu au genre suivant d'équations:

(8) $$X \frac{dS}{dy} - Y \frac{dS}{dx} = SH_{xy}, \text{ etc.}$$

et par la combinaison de trois de ces équations, on trouve

(9) $$XH_{yz} + YH_{zx} + ZH_{xy} = o$$

(10) $$\frac{dS}{dx} H_{yz} + \frac{dS}{dy} H_{zx} + \frac{dS}{dz} H_{xy} = o$$

Combinant trois équations (9) entre x, y, z, φ, de façon à éliminer X, Y, Z, Φ, on obtient la relation

(11) $$H_{xy}H_{z\varphi} + H_{xz}H_{\varphi y} + H_{x\varphi}H_{yz} = o$$

On a d'ailleurs

$$dS = \frac{dS}{dx} dx + \frac{dS}{dy} dy + \frac{dS}{dz} dz + \ldots$$

de sorte qu'en éliminant dx entre cette équation et l'équ. (6), en tenant compte des relations (8), on obtient

$$(12) \qquad \frac{dS}{dx}\, dQ = \mathrm{AX}dS - \mathrm{AS}\,(\mathrm{H}_{xy}dy + \mathrm{H}_{xz}dz + \ldots), \text{ etc.}$$

Afin de permettre la comparaison des résultats théoriques avec ceux de l'expérience, il convient d'introduire dans les formules précédentes soit la température T, soit les chaleurs spécifiques. Nous regarderons d'abord dQ comme se rapportant à l'unité de poids du corps, et remplacerons S par T. Nous appellerons c_x la chaleur spécifique du corps quand x est seul à varier; dans cette opération, l'on a

$$dQ = c_x dT$$

et, d'après l'équ. (12)

$$\frac{dT}{dx}\, dQ = \mathrm{AX}dT$$

d'où l'on déduit

$$(13) \qquad \mathrm{AX} = c_x \frac{dT}{dx}, \quad \mathrm{AY} = c_y \frac{dT}{dy}, \text{ etc.}$$

Les équ. (6), (12), (8) deviennent alors

$$(14) \qquad dQ = c_x \frac{dT}{dx}\, dx + c_y \frac{dT}{dy}\, dy + \ldots$$

$$(15) \qquad \left\{ \begin{aligned} dQ &= c_x dT - \frac{\mathrm{AT}}{\left(\frac{dT}{dx}\right)} \left(\mathrm{H}_{xy}dy + \mathrm{H}_{xz}dz + \ldots\right) \\ &= c_y dT - \frac{\mathrm{AT}}{\left(\frac{dT}{dy}\right)} \left(\mathrm{H}_{yx}dx + \mathrm{H}_{yz}dz + \ldots\right), \text{ etc.} \end{aligned} \right.$$

$$(16) \qquad \left(c_x - c_y\right) \frac{dT}{dx}\frac{dT}{dy} = \mathrm{ATH}_{xy}, \text{ etc.}$$

Enfin si l'on connaît l'intégrale $\omega = \int \frac{dQ}{\mathrm{AT}}$, on voit aisément que l'expression générale des fonctions S sera

$$(17) \qquad S = \mathrm{TF}(\omega)$$

$\mathrm{F}(\omega)$ étant une fonction arbitraire.

7. *Si la variation de travail extérieur est exprimée par un polynôme*

différentiel de n termes, le nombre des variables indépendantes peut toujours être réduit à n + 1.

Soit par exemple un polynôme de trois termes

$$dL = X_1 dx + Y_1 dy + Z_1 dz$$

Appelons α, β, γ,... les variables indépendantes autres que x, y, z, dont X_1, Y_1, Z_1, U, T peuvent être fonctions, nous aurons trois sortes de quantités H :

$$H_{xy} = \frac{dX_1}{dy} - \frac{dY_1}{dx}, \quad H_{x\alpha} = \frac{dX_1}{d\alpha}, \quad H_{\alpha\beta} = 0$$

En appliquant donc la condition (11) aux lettres x, y, α, β, nous aurons simplement

$$\frac{dX_1}{d\alpha}\frac{dY_1}{d\beta} = \frac{dX_1}{d\beta}\frac{dY_1}{d\alpha}$$

Il est aisé de déduire, par intégration de cette équation et de ses analogues, que Y_1 est une fonction arbitraire de X_1, x, y, z, sans dépendre autrement de α, β, γ,... Si donc φ désigne une fonction quelconque de x, y, z, α, β, γ,... et f_x, f_y, f_z trois fonctions arbitraires de quatre variables, nous aurons la forme

$$\begin{aligned} X_1 &= f_x(\varphi, x, y, z) \\ Y_1 &= f_y(\varphi, x, y, z) \\ Z_1 &= f_z(\varphi, x, y, z) \end{aligned}$$

et (nº 5) nous devons en conclure que les quantités U et S sont des fonctions de φ, x, y, z, sans dépendre autrement de α, β, γ,... Nous pouvons donc prendre φ, x, y, z comme variables indépendantes, ce qui réduit leur nombre à quatre, conformément à l'énoncé de la proposition ci-dessus.

8. Nous regarderons la température T comme une fonction des quantités x, y, z,... α, β, γ,... c'est-à-dire, d'après les résultats précédents, comme une fonction de x, y, z,... r, φ, le travail extérieur étant représenté par le polynôme

$$dL = X_1 dx + Y_1 dy + Z_1 dz + \dots + R_1 dr$$

où X_1 etc., sont des fonctions de x, y,... r et φ.

Nous pouvons ici regarder φ comme une fonction des autres variables et de T, en d'autres termes changer de variables indépendantes en introduisant T parmi les nouvelles; nous considérerons dès lors les quantités X_1, Y_1,... R_1, U, S, comme des fonctions de T, x, y, z,... r.

Nous aurons alors deux sortes d'expressions H :

$$H_{xy} = \frac{dX_1}{dy} - \frac{dY_1}{dx}, \quad H_{xT} = \frac{dX_1}{dT}$$

Si d'ailleurs dans l'équ. (10) entre x, y, T

$$\frac{dS}{dx} H_{yT} + \frac{dS}{dy} H_{Tx} + \frac{dS}{dT} H_{xy} = o$$

nous choisissons, comme fonction S, S = T. nous aurons simplement

$$H_{xy} = o, \text{ ou } \frac{dX_1}{dy} = \frac{dY_1}{dx}$$

Soit donc θ une fonction arbitraire de x, y,... r, T, nous poserons

$$X_1 = \frac{d\theta}{dx}, \quad Y_1 = \frac{d\theta}{dy}, \ \ldots, \ R_1 = \frac{d\theta}{dr}$$

et sans changer ces égalités, on peut joindre à θ une fonction quelconque de T.

Nous aurons alors

$$dL = \frac{d\theta}{dx} dx + \frac{d\theta}{dy} dy + \ldots + \frac{d\theta}{dr} dr$$

tandis que

$$dQ = A\left[\left(\frac{dU}{dx} + \frac{d\theta}{dx}\right) dx + \ldots + \left(\frac{dU}{dr} + \frac{d\theta}{dr}\right) dr + \frac{dU}{dT} dT\right]$$

Or (n° 6) nous avons écrit

$$\int \frac{dQ}{AT} = \omega, \text{ d'où } dQ = ATd\omega$$

De là les égalités

$$T\frac{d\omega}{dx} = \frac{dU}{dx} + \frac{d\theta}{dx}, \text{ etc.} \qquad T\frac{d\omega}{dT} = \frac{dU}{dT}$$

auxquelles on satisfait d'une manière générale par les relations

$$\omega = \frac{d\theta}{dT}, \quad U = T\frac{d\theta}{dT} - \theta$$

Par là, les quantités X_1, Y_1,... R_1, U, S, ω ne dérivent plus que de la forme d'une seule fonction caractéristique θ, et l'on peut résumer les résultats précédents par l'ensemble des équations

$$(18) \quad \begin{cases} dL = X_1 dx + Y_1 dy + \dots + R_1 dr \\ X_1 = \frac{d\theta}{dx}, \; Y_1 = \frac{d\theta}{dy}, \dots R_1 = \frac{d\theta}{dr} \\ dL = d\theta - \frac{d\theta}{dT} dT \end{cases}$$

$$(19) \quad U = T\frac{d\theta}{dT} - \theta, \quad \omega = \frac{d\theta}{dT}, \quad S = TF(\omega)$$

$$(20) \quad dQ = AT\left(\frac{d^2\theta}{dx dT} dx + \dots + \frac{d^2\theta}{dr dT} dr + \frac{d^2\theta}{dT^2} dT\right)$$

dont nous ferons usage dans la suite.

II. Théorie géométrique des corps élastiques.

Travail élémentaire.

9. On sait que pour représenter la pression qui agit en un point d'un corps, l'on fait usage de six composantes relatives aux directions de trois axes rectangulaires de coordonnées. Ces composantes sont ordinairement désignées par les notations

$$p_{xx}, \; p_{yy}, \; p_{zz}, \; p_{xy}, \; p_{xz}, \; p_{yz}$$

Ainsi la pression qui agit sur un plan parallèle à celui des xy a pour composantes p_{xz}, p_{yz}, p_{zz}, etc.

L'on connaît les relations générales

$$(21) \quad \frac{dp_{xx}}{dx} + \frac{dp_{xy}}{dy} + \frac{dp_{xz}}{dz} = X$$

etc., où X, Y, Z représentent les forces étrangères, y compris l'inertie, rapportées à l'unité de volume. De sorte que si P_x, P_y, P_z sont les composantes de la résultante des forces extérieures agissant sur l'unité de masse, et υ le volume spécifique de l'unité de poids, on a

(22) $$X = \frac{1}{g\upsilon}\left(P_x - \frac{d^2x}{dt^2}\right), \quad Y = \frac{1}{g\upsilon}\left(P_y - \frac{d^2y}{dt^2}\right), \text{ etc.}$$

Pour l'étude des relations thermodynamiques se rapportant à des changements réversibles, il faut supposer le corps immobile et faire abstraction de $\frac{d^2x}{dt^2}$ etc., ainsi que des forces extérieures telles que la pesanteur, etc. Nous supposerons donc X, Y, Z nuls, pour l'évaluation du travail élémentaire développé par un volume infinitésimal pris à l'intérieur d'un corps qui se dilate. Ce travail, étant rapporté au poids de ce volume, représentera alors la valeur de la quantité désignée par dL dans le chapitre précédent.

10. On peut fixer, au point de vue physique, l'état d'un corps, en le comparant à un état initial déterminé. Soient donc x_o, y_o, z_o les coordonnées d'un point matériel dans cet état initial, la position actuelle du même point, que nous désignerons par x, y, z, peut être représentée par diverses équations entre x, y, z, x_o, y_o, z_o et un certain nombre de paramètres α, β,... indépendants de x_o, y_o, z_o ; l'on pourra écrire

(23) $$\begin{cases} x = F_1(x_o, y_o, z_o, \alpha, \beta, ..) \\ y = F_2(x_o, y_o, ...) \\ z = F_3(x_o, y_o, ...) \end{cases}$$

Si le corps se dilate, ce sont les paramètres α, β,... qu'il faut faire varier dans ces équations, et non x_o, y_o, z_o ; de sorte que les mouvements élémentaires des points sont exprimés par

(24) $$\delta x = \frac{dF_1}{d\alpha}\delta\alpha + \frac{dF_1}{d\beta}\delta\beta + ..., \text{ etc.}$$

Si donc l'on suppose x_o, y_o, z_o, éliminés entre ces six équations (23) et (24), l'on exprimera le résultat de cette élimination par

(25) $$\delta x = f_1(x, y, z, ...), \quad \delta y = f_2(x, y, z), \quad \delta z = f_3(x, y, z)$$

équations où les fonctions f_1, f_2, f_3 contiennent outre x, y, z les quantités $\alpha, \beta, \gamma, \ldots \delta\alpha, \delta\beta, \delta\gamma, \ldots$

Il importe d'exprimer ici la valeur des dérivées de ces trois fonctions par rapport à x, y, z. On peut, d'après (24) et (25) écrire

$$f_1 = \sum \frac{dF_1}{d\alpha}\,\delta\alpha, \quad f_2 = \sum \frac{dF_2}{d\alpha}\,\delta\alpha, \text{ etc.}$$

d'où

$$\frac{df_1}{dx} = \sum \left(\frac{d^2F_1}{d\alpha dx_0}\,\frac{dx_0}{dx} + \frac{d^2F_1}{d\alpha dy_0}\,\frac{dy_0}{dx} + \frac{d^2F_1}{d\alpha dz_0}\,\frac{dz_0}{dx} \right) \delta\alpha$$

ce qui peut s'écrire

$$\frac{df_1}{dx} = \frac{dx_0}{dx}\,\delta\left(\frac{dF_1}{dx_0}\right) + \frac{dy_0}{dx}\,\delta\left(\frac{dF_1}{dy_0}\right) + \frac{dz_0}{dx}\,\delta\left(\frac{dF_1}{dz_0}\right)$$

Nous représenterons les neuf dérivées des fonctions F_1, F_2, F_3 par les notations

$$(26) \quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi_x = \dfrac{dF_1}{dx_0}, \quad \psi_x = \dfrac{dF_2}{dx_0}, \quad \chi_x = \dfrac{dF_3}{dx_0}, \quad \varphi_y = \dfrac{dF_1}{dy_0} \\ \psi_y = \dfrac{dF_2}{dy_0}, \quad \chi_y = \dfrac{dF_3}{dy_0}, \text{ etc.} \end{array} \right.$$

de sorte qu'on écrira

$$\frac{df_1}{dx} = \frac{dx_0}{dx}\,\delta\varphi_x + \frac{dy_0}{dx}\,\delta\varphi_y + \frac{dz_0}{dx}\,\delta\varphi_z$$

Or la différenciation, par rapport à x, des équations (23) donne

$$\varphi_x \frac{dx_0}{dx} + \varphi_y \frac{dy_0}{dx} + \varphi_z \frac{dz_0}{dx} = 1$$

$$\psi_x \frac{dx_0}{dx} + \psi_y \frac{dy_0}{dx} + \psi_z \frac{dz_0}{dx} = 0$$

$$\chi_x \frac{dx_0}{dx} + \chi_y \frac{dy_0}{dx} + \chi_z \frac{dz_0}{dx} = 0$$

L'on posera donc, pour abréger:

$$(27) \quad \begin{array}{l} \Delta = \varphi_x\psi_y\chi_z + \varphi_y\psi_z\chi_x + \varphi_z\psi_x\chi_y \\ \quad - \varphi_x\psi_z\chi_y - \varphi_y\psi_x\chi_z - \varphi_z\psi_y\chi_x \end{array}$$

et l'on aura

$$\frac{dx_0}{dx} = \frac{1}{\Delta}\frac{d\Delta}{d\varphi_x}, \quad \frac{dy_0}{dx} = \frac{1}{\Delta}\frac{d\Delta}{d\varphi_y}, \quad \frac{dz_0}{dx} = \frac{1}{\Delta}\frac{d\Delta}{d\varphi_z} \tag{28}$$

etc.

L'on obtient donc en définitive les valeurs cherchées:

$$\left\{\begin{aligned}
\frac{df_1}{dx} &= \frac{1}{\Delta}\left(\frac{d\Delta}{d\varphi_x}\,\delta\varphi_x + \frac{d\Delta}{d\varphi_y}\,\delta\varphi_y + \frac{d\Delta}{d\varphi_z}\,\delta\varphi_z\right)\\
\frac{df_1}{dy} &= \frac{1}{\Delta}\left(\frac{d\Delta}{d\psi_x}\,\delta\varphi_x + \frac{d\Delta}{d\psi_y}\,\delta\varphi_y + \frac{d\Delta}{d\psi_z}\,\delta\varphi_z\right)\\
\frac{df_2}{dx} &= \frac{1}{\Delta}\left(\frac{d\Delta}{d\varphi_x}\,\delta\psi_x + \frac{d\Delta}{d\varphi_y}\,\delta\psi_y + \frac{d\Delta}{d\varphi_z}\,\delta\psi_z\right)
\end{aligned}\right. \tag{29}$$

etc.

On peut remarquer que les quantités φ_x, $\varphi_y, \ldots \chi_z$ représentent les composantes de la dilatation finie du corps, de l'état initial à l'état actuel. En effet, deux points qui avaient primitivement les coordonnées relatives infinitésimales dx_o, dy_o, dz_o, ont une distance actuelle représentée (équations 23 et 26) par

$$dx = \varphi_x dx_o + \varphi_y dy_o + \varphi_z dz_o, \quad dy = \psi_x dx_o + \psi_y dy_o + \psi_z dz_o, \text{ etc.} \tag{30}$$

expressions qui correspondent d'ailleurs aux équations (28).

11. Considérons un élément de volume du corps, de poids ε, limité par une surface fermée ω. Plaçons l'origine en un point actuel de cet élément; soient x, y, z les coordonnées infinitésimales d'un point de la surface ω, et $d\omega$ l'élément superficiel.

Cette surface pouvant avoir une forme quelconque, soient λ, μ, ν les cosinus des angles formés avec les axes de coordonnées par la partie extérieure de la normale, pour l'élément superficiel $d\omega$.

Si $p_{\omega x}$, $p_{\omega y}$, $p_{\omega z}$ sont les composantes de la pression en $d\omega$, les variations des coordonnées de ce point développent un travail extérieur égal à

$$(p_{\omega x}\delta x + p_{\omega y}\delta y + p_{\omega z}\delta z)d\omega \tag{a}$$

Cette expression, intégrée pour toute la surface ω, et divisée par ε, nous donnera la valeur de δL en ce point du corps.

On a du reste, au point x, y, z où se trouve $d\omega$:

$$\delta x = f_1 + x\frac{df_1}{dx} + y\frac{df_1}{dy} + z\frac{df_1}{dz} + \frac{1}{2}x^2\frac{d^2f_1}{dx^2} + \ldots$$

$$\delta y = f_2 + x\frac{df_2}{dx} + \ldots, \text{ etc.}$$

les lettres f_1, f_2, f_3 et leurs dérivées représentant les valeurs qu'elles ont à l'origine des coordonnées. Si d'ailleurs p_{xx}, p_{xy},... p_{zz} sont les composantes des pressions en ce dernier point, les relations connues de la théorie des pressions nous donnent en $d\omega$:

$$p_{\omega x} = \lambda\left(p_{xx} + dp_{xx}\right) + \mu\left(p_{xy} + dp_{xy}\right) + \nu\left(p_{xz} + dp_{xz}\right)$$

en faisant

$$dp_{xx} = x\frac{dp_{xx}}{dx} + y\frac{dp_{xx}}{dy} + z\frac{dp_{xx}}{dz} + \frac{1}{2}x^2\frac{d^2p_{xx}}{dx^2} + \ldots$$

etc.

La quantité δL à obtenir étant une limite se rapportant à l'unité de poids d'un corps qui serait constitué identiquement à l'élément infinitésimal situé au point choisi comme origine, cette quantité est de même ordre que f_1, f_2, f_3 et leurs dérivées. Comme du reste la quantité ε, qui doit diviser l'intégrale de l'expression (a), est du 3me degré par rapport à x, y, z, il sera inutile de conserver, dans (a), les termes de degré supérieur au 3me. De la sorte, on ne gardera, dans le terme $p_{\omega x}\delta x d\omega$, que l'expression

$$(b) \qquad \left(\lambda p_{xx} + \mu p_{xy} + \nu p_{xz}\right)\left(f_1 + x\frac{df_1}{dx} + y\frac{df_1}{dy} + z\frac{df_1}{dz}\right)d\omega$$
$$+ \left(\lambda dp_{xx} + \mu dp_{xy} + \nu dp_{xz}\right)f_1 d\omega$$

où dp_{xx}, etc. seront remplacés par leurs termes du premier degré.

Pour l'intégration, étendue à toute la surface ω, l'on aura à considérer les expressions de la forme

$$\int \lambda d\omega, \quad \int \mu d\omega, \quad \int \nu d\omega$$

$$\int \lambda x d\omega, \quad \int \lambda y d\omega, \text{ etc.}$$

Or l'on peut décomposer ω à volonté; nous le ferons en menant une infinité de prismes parallèles à l'axe des x, de dimensions transversales très petites par rapport à celles de ω. Soit l'un d'eux, de section $d\omega'$; il rencontrera la surface fermée ω en un nombre pair de points, où λ sera alternativement positif et négatif; comme, au signe près, en ces points, $\lambda d\omega$ vaut $d\omega'$, et que y et z restent les mêmes, on aura pour ces points

$$\sum \lambda d\omega = o, \quad \sum \lambda y d\omega = o, \quad \sum \lambda z d\omega = o,$$

tandis que $\Sigma \lambda x d\omega$ sera la partie du volume du prisme commune au volume compris dans ω. Ces résultats, étendus à tous les prismes, nous donnent

(31) $$\int \lambda d\omega = o, \quad \int \lambda y d\omega = o, \quad \int \lambda x d\omega = \varepsilon \upsilon, \text{ etc.}$$

υ étant le volume spécifique à l'origine.

De la sorte, en intégrant l'expression (b), l'on obtient

$$\int p_{\omega x} \delta x d\omega = \varepsilon \upsilon \left(p_{xx} \frac{df_1}{dx} + p_{xy} \frac{df_1}{dy} + p_{xz} \frac{df_1}{dz} \right)$$

en négligeant le terme

$$\varepsilon \upsilon f_1 \left(\frac{dp_{xx}}{dx} + \frac{dp_{xy}}{dy} + \frac{dp_{xz}}{dz} \right)$$

qui est nul, en raison des considérations établies au n° 9. Par suite nous aurons, comme valeur du travail élémentaire

(32) $$\delta L = \upsilon \left[p_{xx} \frac{df_1}{dx} + p_{yy} \frac{df_2}{dy} + p_{zz} \frac{df_3}{dz} + p_{yz} \left(\frac{df_2}{dz} + \frac{df_3}{dy} \right) + \ldots \right]$$

l'ensemble des termes négligés valant d'ailleurs

$$\upsilon (f_1 X + f_2 Y + f_3 Z)$$

ÉQUATION DE CONTINUITÉ.

12. Si la pression était égale en tous sens l'on aurait $p_{xx} = p_{yy} = p_{zz}$, $p_{xy} = o$, $p_{yz} = o$, $p_{xz} = o$ et les équations (21) du n° 9 se réduiraient à celles de l'hydrostatique. Dans le cas où l'on fait varier l'état d'un corps, il doit exister pareillement une équation de continuité, analogue à celle de l'hydrodynamique, que nous chercherons à déterminer.

Nous avons précédemment appelé v le volume spécifique; désignant par ρ la masse spécifique, nous aurons, g étant l'intensité de la pesanteur:

$$\rho = \frac{1}{gv} \tag{33}$$

Pour établir la relation qui existe entre la variation de ρ et celles des autres quantités, nous considérerons, autour d'un point du corps, un petit volume géométrique ε limité par une surface fermée ω. Appelant $\delta\rho_1$ la variation de la densité moyenne de ce volume regardé comme immobile, le produit $\varepsilon\delta\rho_1$ sera égal à la somme algébrique des masses entrées dans le volume ε par tous les éléments superficiels $d\omega$.

Soit l'origine au centre de gravité du petit volume, x, y, z les coordonnées de l'élément superficiel $d\omega$, la densité vaut en ce point

$$\rho' = \rho + x\frac{d\rho}{dx} + y\frac{d\rho}{dy} + z\frac{d\rho}{dz} + \frac{x^2}{2}\frac{d^2\rho}{dx^2} + \cdots$$

Si λ, μ, ν sont les cosinus de la normale à la surface ω, la masse qui entre dans le volume ε par l'élément considéré vaut

$$-(\lambda\delta x + \mu\delta y + \nu\delta z)\,\rho' d\omega$$

de sorte que l'on a

$$\varepsilon\delta\rho_1 + \int(\lambda\delta x + \mu\delta y + \nu\delta z)\,\rho' d\omega = o$$

Il est aisé d'appliquer à cette équation les considérations utilisées dans le n° 11 pour la détermination du travail élémentaire; opérant de

même, en tenant compte de la signification différente de la lettre ε, on trouve

$$(34)\qquad \delta\rho_1 + f_1 \frac{d\rho}{dx} + f_2 \frac{d\rho}{dy} + f_3 \frac{d\rho}{dz} + \rho\left(\frac{df_1}{dx} + \frac{df_2}{dy} + \frac{df_3}{dz}\right) = o$$

Dans cette équation, f_1, $\frac{d\rho}{dx}$ etc., se rapportent au point géométrique choisi comme origine des coordonnées; tandis que l'ensemble des quatre premiers termes n'est autre que la valeur de $\delta\rho_1$ pour le point où s'est transporté le point matériel qui était situé à l'origine avant la variation; la quantité

$$\delta\rho_1 + f_1 \frac{d\rho}{dx} + f_2 \frac{d\rho}{dy} + f_3 \frac{d\rho}{dz}$$

est donc la variation de densité de ce point matériel, et, en l'appelant $\delta\rho$, l'on a

$$\frac{\delta\rho}{\rho} + \frac{df_1}{dx} + \frac{df_2}{dy} + \frac{df_3}{dz} = o$$

ou, ce qui revient au même

$$(35)\qquad \frac{\delta\upsilon}{\upsilon} = \frac{df_1}{dx} + \frac{df_2}{dy} + \frac{df_3}{dz}$$

équation qui exprime la dilatation élémentaire en volume.

13. L'équation (34) devant subsister quel que soit le mode de variation de l'état du corps, nous pouvons supposer qu'une seule des quantités α, β, γ,... du n° 10 ait varié; en la désignant par τ, nous aurons alors

$$f_1 = \frac{dF_1}{d\tau}\delta\tau, \quad f_2 = \frac{dF_2}{d\tau}\delta\tau, \text{ etc.}$$

et

$$\delta\rho_1 = \frac{d\rho}{d\tau}\delta\tau, \quad \frac{df_1}{dx} = \frac{d^2F_1}{dxd\tau}\delta\tau, \text{ etc.}$$

L'équation (34) devient par suite

$$(36)\qquad \frac{d\rho}{d\tau} + \frac{d.\rho\frac{dF_1}{d\tau}}{dx} + \frac{d.\rho\frac{dF_2}{d\tau}}{dy} + \frac{d.\rho\frac{dF_3}{d\tau}}{dz} = o$$

où τ pourra être remplacée par l'une ou par une fonction des quantités α, β, γ.

Dans le cas d'un mouvement continu qui produit la déformation du corps, l'une des valeurs de τ est le temps ou une fonction du temps ; dans ce cas, l'équation (36) ne diffère pas de l'équation de continuité établie en hydrodynamique pour les fluides.

Une autre transformation importante est celle que subit l'équation (35) quand on lui substitue, au second membre, les expressions (29) du nº 10; il est aisé de voir que

$$\Delta\left(\frac{df_1}{dx}+\frac{df_2}{dy}+\frac{df_3}{dz}\right)$$

est égal à la variation totale de l'expression (27) de Δ, de sorte que l'équation (35) devient, après intégration:

$$\upsilon = \upsilon_o \Delta \tag{37}$$

υ_o étant le volume spécifique pour l'état initial caractérisé par $x = x_o$, $y = y_o$, $z = z_o$.

Pressions.

14. Il convient maintenant de remplacer, dans l'expression (32) du travail élémentaire, les dérivées de f_1, f_2, f_3 par leurs valeurs (29); en tenant compte de la relation (37) et en ordonnant les termes, on obtient

$$\begin{aligned}\delta L = \upsilon_o \Bigg[&\left(p_{xx}\frac{d\Delta}{d\varphi_x}+p_{xy}\frac{d\Delta}{d\psi_x}+p_{xz}\frac{d\Delta}{d\chi_x}\right)\delta\varphi_x \\ &+\left(p_{xx}\frac{d\Delta}{d\varphi_y}+p_{xy}\frac{d\Delta}{d\psi_y}+p_{xz}\frac{d\Delta}{d\chi_y}\right)\delta\varphi_y+\cdots \\ &+\left(p_{xz}\frac{d\Delta}{d\varphi_z}+p_{yz}\frac{d\Delta}{d\psi_z}+p_{zz}\frac{d\Delta}{d\chi_z}\right)\delta\chi_z \Bigg]\end{aligned} \tag{38}$$

Il résulte alors des considérations des nºˢ 7 et 8 que les fonctions

thermiques, telles que θ, peuvent être envisagées comme ne dépendant que des dix variables indépendantes, T, φ_x, φ_y,... χ_y, χ_z ; l'application des conditions (18) nous donne alors

$$(39)\quad \begin{cases} \dfrac{d\theta}{d\varphi_x} = \upsilon_o \left(p_{xx} \dfrac{d\Delta}{d\varphi_x} + p_{xy} \dfrac{d\Delta}{d\psi_x} + p_{xz} \dfrac{d\Delta}{d\chi_x} \right) \\ \dfrac{d\theta}{d\varphi_y} = \upsilon_o \left(p_{xx} \dfrac{d\Delta}{d\varphi_y} + p_{xy} \dfrac{d\Delta}{d\psi_y} + p_{xz} \dfrac{d\Delta}{d\chi_y} \right) \end{cases}$$

etc., équations au nombre de neuf, dont on peut tirer les valeurs des six quantités p_{xx},... p_{zz}, plus trois relations de condition.

Comme, d'après l'expression (27), on a identiquement

$$\varphi_x \frac{d\Delta}{d\varphi_x} + \varphi_y \frac{d\Delta}{d\varphi_y} + \varphi_z \frac{d\Delta}{d\varphi_z} = \Delta$$

$$\varphi_x \frac{d\Delta}{d\psi_x} + \varphi_y \frac{d\Delta}{d\psi_y} + \varphi_z \frac{d\Delta}{d\psi_z} = o$$

etc., on trouve, au moyen des équations (39), les valeurs

$$(40)\quad \begin{cases} \upsilon p_{xx} = \varphi_x \dfrac{d\theta}{d\varphi_x} + \varphi_y \dfrac{d\theta}{d\varphi_y} + \varphi_z \dfrac{d\theta}{d\varphi_z} \\ \upsilon p_{yy} = \psi_x \dfrac{d\theta}{d\psi_x} + \psi_y \dfrac{d\theta}{d\psi_y} + \psi_z \dfrac{d\theta}{d\psi_z} \\ \upsilon p_{zz} = \chi_x \dfrac{d\theta}{d\chi_x} + \chi_y \dfrac{d\theta}{d\chi_y} + \chi_z \dfrac{d\theta}{d\chi_z} \\ \upsilon p_{xy} = \psi_x \dfrac{d\theta}{d\varphi_x} + \psi_y \dfrac{d\theta}{d\varphi_y} + \psi_z \dfrac{d\theta}{d\varphi_z} = \varphi_x \dfrac{d\theta}{d\psi_x} + \varphi_y \dfrac{d\theta}{d\psi_y} + \varphi_z \dfrac{d\theta}{d\psi_z} \end{cases}$$

etc.

On peut donc exprimer, au moyen des dérivées de la fonction θ, les six composantes; mais on obtient encore par là trois équations de condition, telles que

$$(41)\quad \psi_x \frac{d\theta}{d\varphi_x} + \psi_y \frac{d\theta}{d\varphi_y} + \psi_z \frac{d\theta}{d\varphi_z} = \varphi_x \frac{d\theta}{d\psi_x} + \varphi_y \frac{d\theta}{d\psi_y} + \varphi_z \frac{d\theta}{d\psi_z}$$

et il est aisé de voir que cette équation est satisfaite par six valeurs particulières de θ, ayant pour types

$$\varphi_u^2 + \psi_u^2, \quad \text{et} \quad \varphi_u\varphi_v + \psi_u\psi_v$$

et aussi bien par

$$\varphi_u^2 + \psi_u^2 + \chi_u^2, \quad \varphi_u\varphi_v + \psi_u\psi_v + \chi_u\chi_v$$

forme permutable, qui s'applique alors à l'ensemble des trois équations (41). La forme la plus générale de θ est donc une fonction de la température T et des six quantités

$$(42) \quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi = \varphi_x^2 + \psi_x^2 + \chi_x^2, \quad \psi = \varphi_y^2 + \psi_y^2 + \chi_y^2, \\ \chi = \varphi_z^2 + \psi_z^2 + \chi_z^2 \\ \varphi' = \varphi_y\varphi_z + \psi_y\psi_z + \chi_y\chi_z, \quad \psi' = \varphi_x\varphi_z + \psi_x\psi_z + \chi_x\chi_z, \\ \chi' = \varphi_x\varphi_y + \psi_x\psi_y + \chi_x\chi_y \end{array} \right.$$

La forme de δL devient alors

$$(43) \quad \delta L = \frac{d\theta}{d\varphi}\,\delta\varphi + \frac{d\theta}{d\psi}\,\delta\psi + \dots + \frac{d\theta}{d\chi'}\,\delta\chi'$$

Pour passer du 1er système au second, l'on aura à faire les substitutions telles que

$$(44) \quad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{d\theta}{d\varphi_x} = 2\varphi_x \dfrac{d\theta}{d\varphi} + \varphi_y \dfrac{d\theta}{d\chi'} + \varphi_z \dfrac{d\theta}{d\psi'} \\ \dfrac{d\theta}{d\varphi_y} = \varphi_x \dfrac{d\theta}{d\chi'} + 2\varphi_y \dfrac{d\theta}{d\psi} + \varphi_z \dfrac{d\theta}{d\varphi'} \\ \dfrac{d\theta}{d\psi_x} = 2\psi_x \dfrac{d\theta}{d\varphi} + \psi_y \dfrac{d\theta}{d\chi'} + \psi_z \dfrac{d\theta}{d\psi'} \end{array} \right.$$

etc., et inversement

$$(45) \quad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{d\theta}{d\varphi} = \dfrac{1}{2\Delta}\left(\dfrac{d\theta}{d\varphi_x}\dfrac{d\Delta}{d\varphi_x} + \dfrac{d\theta}{d\psi_x}\dfrac{d\Delta}{d\psi_x} + \dfrac{d\theta}{d\chi_x}\dfrac{d\Delta}{d\chi_x}\right) \\ \dfrac{d\theta}{d\varphi'} = \dfrac{1}{\Delta}\left(\dfrac{d\theta}{d\varphi_y}\dfrac{d\Delta}{d\varphi_z} + \dfrac{d\theta}{d\psi_y}\dfrac{d\Delta}{d\psi_z} + \dfrac{d\theta}{d\chi_y}\dfrac{d\Delta}{d\chi_z}\right) \\ \text{ou} = \dfrac{1}{\Delta}\left(\dfrac{d\theta}{d\varphi_z}\dfrac{d\Delta}{d\varphi_y} + \dfrac{d\theta}{d\psi_z}\dfrac{d\Delta}{d\psi_y} + \dfrac{d\theta}{d\chi_z}\dfrac{d\Delta}{d\chi_y}\right) \end{array} \right.$$

etc.

Représentation géométrique.

45. Si autour d'un point du corps pris pour centre l'on trace, dans l'état initial, une sphère infinitésimale de rayon r_o, en désignant par $x_o + \xi_o$, $y_o + \eta_o$, $z_o + \zeta_o$ un point de la surface, on aura

$$(a) \qquad \xi_o^2 + \eta_o^2 + \zeta_o^2 = r_o^2$$

Dans l'état actuel, le centre primitif est venu au point x, y, z, et en désignant par $x + \xi$, $y + \eta$, $z + \zeta$ la position actuelle du point de la sphère primitive, nous aurons, d'après les notations (23) et (26).

$$(b) \qquad \begin{cases} \xi = \varphi_x \xi_o + \varphi_y \eta_o + \varphi_z \zeta_o \\ \eta = \psi_x \xi_o + \psi_y \eta_o + \psi_z \zeta_o \\ \zeta = \chi_x \xi_o + \chi_y \eta_o + \chi_z \zeta_o \end{cases}$$

conformément d'ailleurs à l'équation (30). On en tire alors

$$(c) \qquad \xi_o = \frac{1}{\Delta}\left(\xi \frac{d\Delta}{d\varphi_x} + \eta \frac{d\Delta}{d\psi_x} + \zeta \frac{d\Delta}{d\chi_x}\right)$$

etc.

En substituant ces valeurs dans l'équation (a), on voit que la sphère est devenue un ellipsoïde, et il est aisé de constater que cette surface passe par les trois points dont les coordonnées ξ, η, ζ sont

$$r_o \varphi_x, \; r_o \psi_x, \; r_o \chi_x ;$$
$$r_o \varphi_y, \; r_o \psi_y, \; r_o \chi_y ;$$
$$r_o \varphi_z, \; r_o \psi_z, \; r_o \chi_z .$$

Pour le premier de ces points, on a $\xi_o = r_o$, $\eta_o = o$, $\zeta_o = o$; l'équation du plan tangent en ce point est donc $r_o \, d\xi_o = o$, c'est-à-dire

$$\frac{d\Delta}{d\varphi_x} d\xi + \frac{d\Delta}{d\psi_x} d\eta + \frac{d\Delta}{d\chi_x} d\zeta = o$$

Cette équation est satisfaite en choisissant pour $d\xi$, $d\eta$, $d\zeta$ des quantités

proportionnelles aux coordonnées de l'un des deux autres points, de sorte que ce plan tangent est parallèle au plan des diamètres menés par ces deux points. En joignant donc ces trois points au centre, l'on obtient un système de trois diamètres conjugués de l'ellipsoïde.

Nous amplifierons le tracé précédent, selon une échelle qui rende r_o égal à l'unité de longueur. Dans cette représentation, le point matériel O considéré sera choisi comme origine mobile de coordonnées, les axes de coordonnées restant parallèles à eux-mêmes et rectangulaires entre eux, dans les positions successives O_o,... O de l'origine.

La sphère initiale, de rayon 1, et de centre O_o, a pour équation

$$x_o^2 + y_o^2 + z_o^2 = 1$$

et coupe les axes de coordonnées en trois points A_o, B_o, C_o, qui, après la modification, viennent en A, B, C, dont les coordonnées, d'origine O, sont respectivement

$$A : \varphi_x, \quad \psi_x, \quad \chi_x$$

$$B : \varphi_y, \quad \psi_y, \quad \chi_y$$

$$C : \varphi_z, \quad \psi_z, \quad \chi_z$$

et les longueurs OA, OB, OC représentent en grandeur et en direction trois demi-diamètres conjugués de l'ellipsoïde résultant de la déformation de la sphère initiale. Il est aisé de voir que le trièdre OABC a pour arêtes

(46) $$OA = \sqrt{\varphi}, \quad OB = \sqrt{\psi}, \quad OC = \sqrt{\chi}$$

tandis que les angles des faces sont donnés par les formules

(47) $$\cos \widehat{BOC} = \frac{\varphi'}{\sqrt{\psi\chi}}, \quad \cos \widehat{AOC} = \frac{\psi'}{\sqrt{\varphi\chi}}, \quad \cos \widehat{AOB} = \frac{\chi'}{\sqrt{\varphi\psi}}$$

Par conséquent, la forme et la grandeur de l'ellipsoïde sont déterminées par les quantités φ, ψ, χ, φ', ψ', χ'.

Posant

$$\psi\chi - \varphi'^2 = \varphi_1, \quad \varphi\chi - \psi'^2 = \psi_1, \quad \varphi\psi - \chi'^2 = \chi_1$$

on aura aussi

$$(48) \qquad \sin \widehat{BOC} = \sqrt{\frac{\varphi_1}{\psi\chi}}, \text{ etc.}$$

de sorte que l'angle dièdre OA a pour cosinus la quantité

$$\frac{\varphi\varphi' - \psi'\chi'}{\sqrt{\psi_1\chi_1}}$$

d'où, appelant ν la quantité

$$(49) \qquad \nu = \varphi\psi\chi + 2\varphi'\psi'\chi' - \varphi\varphi'^2 - \psi\psi'^2 - \chi\chi'^2$$

l'on déduit aisément

$$(50) \qquad \sin \widehat{OA} = \sqrt{\frac{\varphi\nu}{\psi_1\chi_1}}, \qquad \frac{\sin \widehat{OA}}{\sin \widehat{BOC}} = \sqrt{\frac{\varphi\psi\chi\nu}{\varphi_1\psi_1\chi_1}}$$

et il est aisé de voir que le volume du parallélipipède construit sur OA, OB, OC est égal à $\sqrt{\nu}$. Comme d'autre part ce volume est égal au déterminant Δ, il s'ensuit que

$$(51) \qquad \nu = \Delta^2$$

Les angles que fait le plan BOC avec les plans coordonnés ont pour cosinus

$$(52) \qquad \frac{1}{\sqrt{\varphi_1}} \frac{d\Delta}{d\varphi_x}, \quad \frac{1}{\sqrt{\varphi_1}} \frac{d\Delta}{d\psi_x}, \quad \frac{1}{\sqrt{\varphi_1}} \frac{d\Delta}{d\chi_x}$$

et les expressions analogues déterminent les positions des deux autres plans AOC, AOB.

Enfin ces trois plans font avec les arêtes opposées OA, OB, OC des angles dont les sinus valent

$$(53) \qquad \frac{\Delta}{\sqrt{\varphi\varphi_1}}, \quad \frac{\Delta}{\sqrt{\psi\psi_1}}, \quad \frac{\Delta}{\sqrt{\chi\chi_1}}$$

La distance de A au plan BOC vaut par conséquent $\frac{\Delta}{\sqrt{\varphi_1}}$; et comme le parallélogramme construit sur les arêtes OB et OC a pour surface $\sqrt{\psi\chi} \sin \widehat{BOC}$, c'est-à-dire (équation 48) $\sqrt{\varphi_1}$, on vérifie ainsi que Δ

représente le volume du parallélogramme construit sur OA, OB, OC.

16. L'équation de l'ellipsoïde, rapportée au système de coordonnées obliques dont les axes sont OA, OB, OC, prend la forme

$$\frac{\xi'^2}{\varphi} + \frac{\eta'^2}{\psi} + \frac{\zeta'^2}{\chi} = 1$$

Elle dérive de la sphère

$$\xi_o^2 + \eta_o^2 + \zeta_o^2 = 1$$

Par conséquent on a comme formules de transformation de coordonnées :

(54) $$\xi' = \xi_o \sqrt{\varphi}, \quad \eta' = \eta_o \sqrt{\psi}, \quad \zeta' = \zeta_o \sqrt{\chi}$$

et à cause des relations (*b*) et (*c*) du nº 15 :

(55) $$\xi' = \frac{\sqrt{\varphi}}{\Delta}\left(\xi \frac{d\Delta}{d\varphi_x} + \eta \frac{d\Delta}{d\psi_x} + \zeta \frac{d\Delta}{d\chi_x}\right), \text{ etc.}$$

(56) $$\xi = \frac{\varphi_x}{\sqrt{\varphi}}\xi' + \frac{\varphi_y}{\sqrt{\psi}}\eta' + \frac{\varphi_z}{\sqrt{\chi}}\zeta'$$

En désignant par σ le carré d'un demi-axe de symétrie, σ sera une valeur maximum ou minimum de

$$\sigma = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2$$

ou, ce qui revient au même

$$\sigma = \varphi\xi_o^2 + \psi\eta_o^2 + \chi\zeta_o^2 + 2\varphi'\eta_o\zeta_o + 2\psi'\xi_o\zeta_o + 2\chi'\xi_o\eta_o$$

Posant :

$$\varphi\xi_o + \chi'\eta_o + \psi'\zeta_o = X$$
$$\chi'\xi_o + \psi\eta_o + \varphi'\zeta_o = Y$$
$$\psi'\xi_o + \varphi'\eta_o + \chi\zeta_o = Z$$

et faisant varier soit ξ_o, soit η_o dans la valeur de σ et dans l'équation de la sphère, on obtient

$$\frac{d\sigma}{d\xi_o} = 2X + 2Z\frac{d\zeta_o}{d\xi_o}, \quad \xi_o + \zeta_o\frac{d\zeta_o}{d\xi_o} = o, \text{ etc.}$$

et, pour σ maximum ou minimum, on a par suite

$$\frac{X}{\xi_o} = \frac{Y}{\eta_o} = \frac{Z}{\zeta_o} = \sigma$$

attendu que $\sigma = X\xi_o + Y\eta_o + Z\zeta_o$.

Les équations des axes de symétrie sont donc:

$$(57)\qquad \begin{cases} \varphi\xi_o + \chi'\eta_o + \psi'\zeta_o = \sigma\xi_o \\ \chi'\xi_o + \psi\eta_o + \varphi'\zeta_o = \sigma\eta_o \\ \psi'\xi_o + \varphi'\eta_o + \chi\zeta_o = \sigma\zeta_o \end{cases}$$

et, posant

$$(58)\qquad \begin{cases} \lambda = \varphi + \psi + \chi \\ \mu = \psi\chi - \varphi'^2 + \varphi\chi - \psi'^2 + \varphi\psi - \chi'^2 = \varphi_1 + \psi_1 + \chi_1 \\ \nu = \varphi\psi\chi + 2\varphi'\psi'\chi' - \varphi\varphi'^2 - \psi\psi'^2 - \chi\chi'^2 \end{cases}$$

l'on obtient par élimination

$$(59)\qquad \sigma^3 - \lambda\sigma^2 + \mu\sigma - \nu = o$$

équation dont les trois racines se rapportent aux trois axes de symétrie.

Les coordonnées des sommets donnent lieu ensuite aux relations

$$(60)\qquad \begin{cases} \xi\varphi_x + \eta\psi_x + \zeta\chi_x = \sigma\xi_o \\ \xi\varphi_y + \eta\psi_y + \zeta\chi_y = \sigma\eta_o \\ \xi\varphi_z + \eta\psi_z + \zeta\chi_z = \sigma\zeta_o \end{cases}$$

ou bien (*c*):

$$(61)\qquad \left(\varphi_x - \frac{\sigma}{\Delta}\frac{d\Delta}{d\varphi_x}\right)\xi + \left(\psi_x - \frac{\sigma}{\Delta}\frac{d\Delta}{d\psi_x}\right)\eta + \left(\chi_x - \frac{\sigma}{\Delta}\frac{d\Delta}{d\chi_x}\right)\zeta = o$$

etc.

17. On peut aisément donner une signification géométrique aux dérivées de θ. Si dans les équations (39) on tient compte des valeurs (52), l'on trouve par exemple que

$$\frac{1}{\upsilon_o\sqrt{\varphi_1}}\frac{d\theta}{d\varphi_x},\quad \frac{1}{\upsilon_o\sqrt{\varphi_1}}\frac{d\theta}{d\psi_x},\quad \frac{1}{\upsilon_o\sqrt{\varphi_1}}\frac{d\theta}{d\chi_x}$$

sont les composantes de la pression sur le plan BOC, de sorte que la force qui agit sur le parallélogramme BOC est la résultante des composantes rectangulaires:

$$(62) \qquad \frac{1}{\upsilon_o}\frac{d\theta}{d\varphi_x}, \quad \frac{1}{\upsilon_o}\frac{d\theta}{d\psi_x}, \quad \frac{1}{\upsilon_o}\frac{d\theta}{d\chi_x}$$

et si l'on désigne par P_u cette force, par u, v, w les trois plans BOC, COA, BOA, l'on aura de même

$$(62)' \qquad \upsilon_o P_{vx} = \frac{d\theta}{d\varphi_y}, \quad \upsilon_o P_{vy} = \frac{d\theta}{d\psi_y}, \text{ etc.}$$

tandis qu'en décomposant les pressions normalement aux trois plans obliques, l'on obtient aisément, d'après les équations (45):

$$(63) \qquad p_{uu} = \frac{2\Delta}{\upsilon_o\varphi_1}\frac{d\theta}{d\varphi}, \quad p_{uv} = \frac{\Delta}{\upsilon_o\sqrt{\varphi_1\psi_1}}\frac{d\theta}{d\chi}, \quad p_{uw} = \frac{\Delta}{\upsilon_o\sqrt{\varphi_1\chi_1}}\frac{d\theta}{d\psi}$$

On retrouve ici $p_{uv} = p_{vu}$, ce qui existe d'ailleurs pour un système d'axes quelconques.

Équations d'équilibre.

18. Quand les divers points d'un corps continu sont soumis à des pressions, dilatations ou températures différentes, les quantités φ_x, ψ_x, χ_y, etc., varient d'un point à l'autre. Toutefois, si le corps reste physiquement homogène, l'on doit regarder, pour tous les points, la fonction θ comme invariable de forme. Dans ce cas les équations d'équilibre peuvent subir une transformation importante.

En général si ω est une fonction quelconque de x, y, z, on l'exprimera, au moyen des relations (28), en fonction de x_o, y_o, z_o, par les identités telles que

$$\frac{d\omega}{dx} = \frac{1}{\Delta}\left(\frac{d\Delta}{d\varphi_x}\frac{d\omega}{dx_o} + \frac{d\Delta}{d\varphi_y}\frac{d\omega}{dy_o} + \frac{d\Delta}{d\varphi_z}\frac{d\omega}{dz_o}\right)$$

L'une des équations d'équilibre (21)

$$\frac{dp_{xx}}{dx} + \frac{dp_{xy}}{dy} + \frac{dp_{xz}}{dz} = \mathrm{X}$$

devient alors

$$\Delta \mathrm{X} = \frac{d\Delta}{d\varphi_x}\frac{dp_{xx}}{dx_o} + \frac{d\Delta}{d\psi_x}\frac{dp_{xy}}{dx_o} + \frac{d\Delta}{d\chi_x}\frac{dp_{xz}}{dx_o} + \frac{d\Delta}{d\varphi_y}\frac{dp_{xx}}{dy_o} + \frac{d\Delta}{d\psi_y}\frac{dp_{xy}}{dy_o}$$
$$+ \frac{d\Delta}{d\chi_y}\frac{dp_{xz}}{dy_o} + \frac{d\Delta}{d\varphi_z}\frac{dp_{xx}}{dz_o} + \frac{d\Delta}{d\psi_z}\frac{dp_{xy}}{dz_o} + \frac{d\Delta}{d\chi_z}\frac{dp_{xz}}{dz_o}$$

En remplaçant dans le premier membre Δ par $\frac{\upsilon}{\upsilon_o}$ et en tenant compte des équations (39), l'on obtient

$$\upsilon \mathrm{X} = \frac{d^2\theta}{d\varphi_x dx_o} + \frac{d^2\theta}{d\varphi_y dy_o} + \frac{d^2\theta}{d\varphi_z dz_o} - \upsilon_o(\mathrm{G}p_{xx} + \mathrm{H}p_{xy} + \mathrm{K}p_{xz})$$

où l'on a fait pour abréger

$$\mathrm{G} = \frac{d^2\Delta}{d\varphi_x dx_o} + \frac{d^2\Delta}{d\varphi_y dy_o} + \frac{d^2\Delta}{d\varphi_z dz_o}$$
$$\mathrm{H} = \frac{d^2\Delta}{d\psi_x dx_o} + \frac{d^2\Delta}{d\psi_y dy_o} + \frac{d^2\Delta}{d\psi_z dz_o}$$

etc.

Or, en substituant

$$\frac{d\Delta}{d\varphi_x} = \psi_y\chi_z - \psi_z\chi_y, \qquad \frac{d\Delta}{d\varphi_y} = \psi_z\chi_x - \psi_x\chi_z, \text{ etc.}$$

et en tenant compte des équations (26), il est aisé de voir que G, H, K sont identiquement nuls ; de sorte que les équations d'équilibre intérieur d'un corps homogène élastique seront les suivantes :

$$(64)\quad \begin{cases} \upsilon \mathrm{X} = \dfrac{d^2\theta}{d\varphi_x dx_o} + \dfrac{d^2\theta}{d\varphi_y dy_o} + \dfrac{d^2\theta}{d\varphi_z dz_o} \\ \upsilon \mathrm{Y} = \dfrac{d^2\theta}{d\psi_x dx_o} + \dfrac{d^2\theta}{d\psi_y dy_o} + \dfrac{d^2\theta}{d\psi_z dz_o} \\ \upsilon \mathrm{Z} = \dfrac{d^2\theta}{d\chi_x dx_o} + \dfrac{d^2\theta}{d\chi_y dy_o} + \dfrac{d^2\theta}{d\chi_z dz_o} \end{cases}$$

équations où X, Y, Z ont la signification donnée au n° 9.

Ces expressions sont symboliques; pour être exact, il faudrait, par exemple, remplacer $\frac{d^2\theta}{d\varphi_x dx_o}$ par (équation 26) l'expression :

$$\frac{d^2\theta}{d\varphi_x{}^2}\frac{d^2F_1}{dx_o{}^2}+\frac{d^2\theta}{d\varphi_x d\varphi_y}\frac{d^2F_1}{dx_o\,dy_o}+\frac{d^2\theta}{d\varphi_x d\varphi_z}\frac{d^2F_1}{dx_o\,dz_o}+\frac{d^2\theta}{d\varphi_x d\psi_x}\frac{d^2F_2}{dx_o{}^2}$$
$$+\frac{d^2\theta}{d\varphi_x d\psi_y}\frac{d^2F_2}{dx_o\,dy_o}+\frac{d^2\theta}{d\varphi_x d\psi_z}\frac{d^2F_2}{dx_o dz_o}+\frac{d^2\theta}{d\varphi_x d\chi_x}\frac{d^2F_3}{dx_o{}^2}+\frac{d^2\theta}{d\varphi_x d\chi_y}\frac{d^2F_3}{dx_o dy_o}$$
$$+\frac{d^2\theta}{d\varphi_x d\chi_z}\frac{d^2F_3}{dx_o dz_o}+\frac{d^2\theta}{d\varphi_x dT}\frac{dT}{dx_o}$$

ce dernier terme se rapportant au cas d'une température variable.

Les trois équations (64) contiennent donc en tout 54 dérivées de la fonction θ, par rapport aux dix lettres φ_x, φ_y,.... χ_z, T; chacune de ces équations possède alors trente termes au second membre. Mais le nombre de ces dérivées sera réduit si l'on regarde θ comme une fonction des sept quantités φ, ψ, χ, φ', ψ', χ' et T.

En désignant par τ le temps, il faudra, d'après les valeurs (22), remplacer, dans les équations (64), les premiers membres υX, υY, υZ par

$$(65)\qquad \frac{1}{g}\left(P_x-\frac{d^2F_1}{d\tau^2}\right),\quad \frac{1}{g}\left(P_y-\frac{d^2F_2}{d\tau^2}\right),\quad \frac{1}{g}\left(P_z-\frac{d^2F_3}{d\tau^2}\right)$$

Dans les équations (64) entrent les dérivées $\frac{dT}{dx_o}$, $\frac{dT}{dy_o}$, $\frac{dT}{dz_o}$. Ces quantités dépendent de la manière dont la chaleur est distribuée à l'intérieur du corps; le mode de répartition, étant donné, sera introduit analytiquement au moyen de l'équation (20) du n° 8, en attribuant aux lettres générales x, y,... r la signification qu'elles doivent avoir d'après les notations du présent chapitre. On l'écrira donc :

$$(66)\qquad \begin{cases} dQ = AT\,d\left(\frac{d\theta}{dT}\right) \\ dQ = AT\left(\frac{d^2\theta}{d\varphi_x dT}d\varphi_x+\ldots\ldots+\frac{d^2\theta}{d\chi_z dT}d\chi_z+\frac{d^2\theta}{dT^2}dT\right) \\ dQ = AT\left(\frac{d^2\theta}{d\varphi\, dT}d\varphi+\ldots\ldots+\frac{d^2\theta}{d\chi' dT}d\chi'+\frac{d^2\theta}{dT^2}dT\right) \end{cases}$$

Pour ces trois formes, $d\varphi_x$, ou $d\varphi$, dT, etc., représentent les variations d'un état à l'autre, et non d'un point à l'autre.

Par exemple, si l'on regarde comme adiabatiques les modifications subies par tous les points du corps, on aura $dQ = o$ et par suite

$$\frac{d\theta}{dT} = \text{const} \tag{67}$$

d'où l'on pourra tirer la valeur de T pour la substituer dans les équations (64). La quantité indiquée comme constante pourrait aussi varier d'un point à l'autre; soit $h\,(x_o\,,\,y_o\,,\,z_o\,)$ sa valeur, l'on aura alors, pour l'équation (67)

$$\frac{d\theta}{dT} = h\,(x_o\,,\,y_o\,,\,z_o$$

Un autre cas particulier est celui de l'isothermicité, quand le corps, à chaque instant, possède une température uniforme en tous points. On a alors $\frac{dT}{dx_o} = \frac{dT}{dy_o} = \frac{dT}{dz_o} = o$, et les termes qui contiennent ces dérivées sont par là détruits dans les équations (64).

III. Étude des corps isotropes.

Conditions de symétrie.

19. Nous avons vu qu'un corps était caractérisé physiquement par une fonction θ de six variables relatives à ses dilatations, et d'une septième, sa température. En général, la forme de cette fonction dépend du choix des axes de coordonnées, mais non sa valeur numérique pour un état déterminé du corps; de sorte que pour remplir cette dernière condition, il faut ordinairement, à une variation de direction des axes, faire correspondre une variation de forme de θ.

Toutefois, une exception à cette règle paraît évidente à priori pour les corps isotropes tels qu'on les conçoit habituellement. Et comme,

dans cette étude, nous faisons abstraction des hypothèses moléculaires sur lesquelles sont basés ordinairement les caractères des corps isotropes, nous regarderons ces derniers comme des corps pour lesquels la fonction θ reste invariable de forme, quelle que soit la direction des axes de coordonnées, sans les définir autrement.

Pour exprimer analytiquement cette condition, nous ferons tourner d'un angle infinitésimal $d\varepsilon$ les axes Ox et Oy autour de Oz, et dans le sens de Ox à Oy. En adoptant les notations du n° 15, nous voyons que ζ ne change pas, tandis que ξ et η deviennent $\xi + \eta d\varepsilon$, $\eta - \xi d\varepsilon$, soit pour l'état actuel, soit pour l'état initial. Les valeurs de φ_x, φ_y, etc., changent alors d'un infiniment petit, et, en différentiant les équations (b) du n° 15, on obtient

$$\eta d\varepsilon = \xi_o\, d\varphi_x + \eta_o\, d\varphi_y + \zeta_o\, d\varphi_z + (\varphi_x \eta_o - \varphi_y \xi_o)\, d\varepsilon$$
$$-\xi d\varepsilon = \xi_o\, d\psi_x + \eta_o\, d\psi_y + \zeta_o\, d\psi_z + (\psi_x \eta_o - \psi_y \xi_o)\, d\varepsilon$$
$$o = \xi_o\, d\chi_x + \eta_o\, d\chi_y + \zeta_o\, d\chi_z + (\chi_x \eta_o - \chi_y \xi_o)\, d\varepsilon$$

Remplaçant ξ et η par leurs valeurs (b), en fonctions linéaires de ξ_o, η_o, ζ_o, nous avons ici trois équations qui doivent être satisfaites quelles que soient les valeurs attribuées à ces dernières lettres; ce qui exige que l'on égale séparément dans chaque équation les coefficients de ces trois variables. De là les neuf relations

$$d\varphi_x = (\varphi_y + \psi_x)\, d\varepsilon, \qquad d\varphi_y = (\psi_y - \varphi_x)\, d\varepsilon, \qquad d\varphi_z = \psi_z\, d\varepsilon,$$
$$d\psi_x = (\psi_y - \varphi_x)\, d\varepsilon, \qquad d\psi_y = -(\varphi_y + \psi_x)\, d\varepsilon, \qquad d\psi_z = -\varphi_z\, d\varepsilon,$$
$$d\chi_x = \chi_y\, d\varepsilon, \qquad d\chi_y = -\chi_x\, d\varepsilon, \qquad d\chi_z = o.$$

La valeur numérique de θ ne devant pas changer quand on remplace φ_x par $\varphi_x + d\varphi_x$, etc., on doit avoir

$$\frac{d\theta}{d\varphi_x}\, d\varphi_x + \frac{d\theta}{d\varphi_y}\, d\varphi_y + \ldots\ldots + \frac{d\theta}{d\chi_z}\, d\chi_z = o$$

et, en introduisant les valeurs ci-dessus des variations $d\varphi_x, \ldots$ etc., or-

donnant convenablement, nous aurons, après avoir supprimé le facteur dz, une équation aux dérivées partielles de forme

$$R_1 + R_2 = o \tag{68}$$

où nous faisons pour abréger

$$(69)\quad \begin{cases} R_1 = \varphi_y \dfrac{d\theta}{d\varphi_x} + \psi_y \dfrac{d\theta}{d\psi_x} + \chi_y \dfrac{d\theta}{d\chi_x} - \varphi_x \dfrac{d\theta}{d\varphi_y} - \psi_x \dfrac{d\theta}{d\psi_y} - \chi_x \dfrac{d\theta}{d\chi_y} \\ R_2 = \psi_x \dfrac{d\theta}{d\varphi_x} + \psi_y \dfrac{d\theta}{d\varphi_y} + \psi_z \dfrac{d\theta}{d\varphi_z} - \varphi_x \dfrac{d\theta}{d\psi_x} - \varphi_y \dfrac{d\theta}{d\psi_y} - \varphi_z \dfrac{d\theta}{d\psi_z} \end{cases}$$

La fonction θ devra donc satisfaire à l'équation (68) et à ses deux permutations. Mais nous avons vu (nº 14) que θ est fonction des six lettres $\varphi, \psi, \chi, \ldots \chi'$, et, à cause de l'équation (41), on a $R_2 = o$. L'équation (68) se réduit donc à $R_1 = o$, et devient alors, en regardant θ comme fonction des six quantités (42):

$$2\chi' \left(\frac{d\theta}{d\varphi} - \frac{d\theta}{d\psi}\right) - \psi' \frac{d\theta}{d\varphi'} + \varphi' \frac{d\theta}{d\psi'} + (\psi - \varphi) \frac{d\theta}{d\chi'} = o \tag{70}$$

D'après cette équation, θ serait une fonction arbitraire des cinq expressions

$$\alpha = \varphi + \psi, \qquad \beta = \varphi'^2 + \psi'^2, \qquad \gamma = \varphi\psi - \chi'^2, \qquad \delta = \chi,$$
$$\varepsilon = \varphi\psi'^2 + \psi\varphi'^2 + 2\varphi'\psi'\chi'$$

et il est facile, au moyen de ces quantités, d'exprimer les coefficients (58) de l'équation (59) des axes de symétrie de l'ellipsoïde considéré au nº (16); on a en effet:

$$\lambda = \alpha + \delta, \qquad \mu = \alpha\delta + \gamma - \beta, \qquad \nu = \varepsilon + \gamma\delta - \alpha\beta$$

On peut donc regarder θ comme une fonction de λ, μ, ν et de deux des quantités α, β, γ, δ, ε ci-dessus. Mais pour satisfaire aux deux permutations de l'équation (70), on trouve que θ ne contient que λ, μ, ν. Ainsi, pour les corps isotropes, cette fonction ne dépend que de quatre variables, qui sont les trois expressions (58) et la température T.

20. Au moyen des valeurs

$$\lambda = \varphi + \psi + \chi$$
$$\mu = \psi\chi + \varphi\chi + \varphi\psi - \varphi'^2 - \psi'^2 - \chi'^2$$
$$\nu = \varphi\psi\chi + 2\varphi'\psi'\chi' - \varphi\varphi'^2 - \psi\psi'^2 - \chi\chi'^2$$

l'on peut exprimer les dérivées de θ, et l'on a

$$(71) \quad \begin{cases} \dfrac{d\theta}{d\varphi} = \dfrac{d\theta}{d\lambda} + (\psi + \chi)\dfrac{d\theta}{d\mu} + (\psi\chi - \varphi'^2)\dfrac{d\theta}{d\nu} \\ \dfrac{d\theta}{d\varphi'} = -2\varphi'\dfrac{d\theta}{d\mu} + 2(\psi'\chi' - \varphi\varphi')\dfrac{d\theta}{d\nu} \end{cases}$$

etc.

D'autre part si l'on appelle σ_1, σ_2, σ_3 les trois racines de l'équation

$$\sigma^3 - \lambda\sigma^2 + \mu\sigma - \nu = o$$

au moyen des relations

$$(72) \quad \begin{cases} \lambda = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 \\ \mu = \sigma_2\sigma_3 + \sigma_1\sigma_3 + \sigma_1\sigma_2 \\ \nu = \sigma_1\sigma_2\sigma_3 \end{cases}$$

on peut encore regarder θ comme une fonction des trois racines σ_1, σ_2, σ_3, et trouver par différenciation

$$(73) \quad \begin{cases} \dfrac{d\sigma_1}{d\lambda} = -\dfrac{\sigma_1^2(\sigma_2 - \sigma_3)}{(\sigma_2 - \sigma_3)(\sigma_3 - \sigma_1)(\sigma_1 - \sigma_2)} \\ \dfrac{d\sigma_1}{d\mu} = \dfrac{\sigma_1(\sigma_2 - \sigma_3)}{(\sigma_2 - \sigma_3)(\sigma_3 - \sigma_1)(\sigma_1 - \sigma_2)} \\ \dfrac{d\sigma_1}{d\nu} = -\dfrac{\sigma_2 - \sigma_3}{(\sigma_2 - \sigma_3)(\sigma_3 - \sigma_1)(\sigma_1 - \sigma_2)} \end{cases}$$

Pour avoir $\dfrac{d\theta}{d\lambda}$, $\dfrac{d\theta}{d\mu}$, $\dfrac{d\theta}{d\nu}$, on substitue alors ces expressions dans les équations telles que

$$\frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{d\theta}{d\sigma_1}\frac{d\sigma_1}{d\lambda} + \frac{d\theta}{d\sigma_2}\frac{d\sigma_2}{d\lambda} + \frac{d\theta}{d\sigma_3}\frac{d\sigma_3}{d\lambda}$$

Inversement, on a

$$(74) \quad \frac{d\theta}{d\sigma_1} = \frac{d\theta}{d\lambda} + (\sigma_2 + \sigma_3)\frac{d\theta}{d\mu} + \sigma_2\sigma_3\frac{d\theta}{d\nu}$$

etc., d'où les relations suivantes, où le signe Σ s'étend aux trois valeurs de σ:

$$(75)\quad \begin{cases} \Sigma \dfrac{d\theta}{d\sigma} = 3\dfrac{d\theta}{d\lambda} + 2\lambda\dfrac{d\theta}{d\mu} + \mu\dfrac{d\theta}{d\nu} \\ \Sigma\sigma \dfrac{d\theta}{d\sigma} = \lambda\dfrac{d\theta}{d\lambda} + 2\mu\dfrac{d\theta}{d\mu} + 3\nu\dfrac{d\theta}{d\nu} \\ \Sigma\sigma^2 \dfrac{d\theta}{d\sigma} = (\lambda^2 - 2\mu)\dfrac{d\theta}{d\lambda} = (\lambda\mu - 3\nu)\dfrac{d\theta}{d\mu} + \lambda\nu\dfrac{d\theta}{d\nu} \end{cases}$$

Pressions principales.

21. Soit q la valeur d'une pression principale et α, β, γ les cosinus de sa direction, l'on doit avoir

$$\alpha p_{xx} + \beta p_{xy} + \gamma p_{xz} = \alpha q$$
$$\alpha p_{xy} + \beta p_{yy} + \gamma p_{yz} = \beta q$$
$$\alpha p_{xz} + \beta p_{yz} + \gamma p_{zz} = \gamma q$$

Introduisant les expressions (40), en faisant pour abréger

$$(76)\quad \begin{cases} \alpha_1 = \alpha\varphi_x + \beta\psi_x + \gamma\chi_x \\ \beta_1 = \alpha\varphi_y + \beta\psi_y + \gamma\chi_y \\ \gamma_1 = \alpha\varphi_z + \beta\psi_z + \gamma\chi_z \end{cases}$$

nous aurons

$$(77)\quad \begin{cases} \alpha_1 \dfrac{d\theta}{d\varphi_x} + \beta_1 \dfrac{d\theta}{d\varphi_y} + \gamma_1 \dfrac{d\theta}{d\varphi_z} = \alpha\upsilon q \\ \alpha_1 \dfrac{d\theta}{d\psi_x} + \beta_1 \dfrac{d\theta}{d\psi_y} + \gamma_1 \dfrac{d\theta}{d\psi_z} = \beta\upsilon q \\ \alpha_1 \dfrac{d\theta}{d\chi_x} + \beta_1 \dfrac{d\theta}{d\chi_y} + \gamma_1 \dfrac{d\theta}{d\chi_z} = \gamma\upsilon q \end{cases}$$

Pour obtenir dans le second membre les coefficients α_1, β_1, ou γ_1, nous devons multiplier ces trois équations par $\varphi_i, \psi_i, \chi_i$, où $i = x, y$, ou z, et les ajouter. Nous poserons auparavant

$$(78)\quad \begin{cases} u_{xx} = \varphi_x \dfrac{d\theta}{d\varphi_x} + \psi_x \dfrac{d\theta}{d\psi_x} + \chi_x \dfrac{d\theta}{d\chi_x}, \\ u_{xy} = \varphi_x \dfrac{d\theta}{d\varphi_y} + \psi_x \dfrac{d\theta}{d\psi_y} + \chi_x \dfrac{d\theta}{d\chi_y}, \text{ etc.} \end{cases}$$

et obtiendrons, par l'opération indiquée :

$$(79)\quad \begin{cases} \alpha_1 u_{xx} + \beta_1 u_{xy} + \gamma_1 u_{xz} = \alpha_1 q\upsilon \\ \alpha_1 u_{yx} + \beta_1 u_{yy} + \gamma_1 u_{yz} = \beta_1 q\upsilon \\ \alpha_1 u_{zx} + \beta_1 u_{zy} + \gamma_1 u_{zz} = \gamma_1 q\upsilon \end{cases}$$

Tout ce qui précède, dans ce paragraphe, peut se rapporter à des corps élastiques quelconques.

Pour les corps isotropes, l'on aura $u_{xy} = u_{yx}$, $u_{xz} = u_{zx}$, $u_{yz} = u_{zy}$, à cause des relations $R_1 = o$ (équation 69, nº 19). Introduisant alors dans les expressions (78) les valeurs (44) et (71), on trouve aisément

$$(80)\quad \begin{cases} u_{xx} = 2\left[\varphi \dfrac{d\theta}{d\lambda} + (\varphi\psi + \varphi\chi - \psi'^2 - \chi'^2)\dfrac{d\theta}{d\mu} + \nu \dfrac{d\theta}{d\nu}\right] \\ u_{xy} = 2\left[\chi' \dfrac{d\theta}{d\lambda} + (\chi\chi' - \varphi'\psi')\dfrac{d\theta}{d\mu}\right], \text{ etc.} \end{cases}$$

En substituant ces valeurs dans la première des équations (79), on aura

$$(81)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{2}\alpha_1 q\upsilon = (\alpha_1\varphi + \beta_1\chi' + \gamma_1\psi')\dfrac{d\theta}{d\lambda} + \alpha_1\nu\dfrac{d\theta}{d\nu} \\ + \left[\alpha_1(\varphi\chi + \varphi\psi - \psi'^2 - \chi'^2) + \beta_1(\chi\chi' - \varphi'\psi') + \gamma_1(\psi\psi' - \varphi'\chi')\right]\dfrac{d\theta}{d\mu} \end{cases}$$

Il est aisé de voir que le coefficient de $\dfrac{d\theta}{d\mu}$ peut s'écrire sous la forme

$$(\varphi + \psi + \chi)(\alpha_1\varphi + \beta_1\chi' + \gamma_1\psi') - \varphi(\alpha_1\varphi + \beta_1\chi' + \gamma_1\psi') - \chi'(\alpha_1\chi' + \beta_1\psi + \gamma_1\varphi') - \psi'(\alpha_1\psi' + \beta_1\varphi' + \gamma_1\chi)$$

et il est facile de concevoir les permutations soit de ce coefficient, soit de l'équation précédente. Cette dernière et ses deux permutations, résultant des équations (79), doivent déterminer trois inconnues, qui sont q

et les valeurs relatives de α_1, β_1, γ_1. On arrive à une solution en regardant α_1, β_1, γ_1 comme respectivement proportionnels aux quantités ξ_o, η_o, ζ_o qui entrent dans les équations (57) des axes de symétrie; en effet on aura dans ce cas:

$$\begin{aligned}
\alpha_1\varphi + \beta_1\chi' + \gamma_1\psi' &= \alpha_1\sigma \\
\alpha_1\chi' + \beta_1\psi + \gamma_1\varphi' &= \beta_1\sigma \\
\alpha_1\psi' + \beta_1\varphi' + \gamma_1\chi &= \gamma_1\sigma
\end{aligned}$$

et l'équation (81) devient, après suppression du facteur commun α_1

$$\frac{1}{2}\, q\upsilon = \sigma\,\frac{d\theta}{d\lambda} + \sigma(\lambda - \sigma)\,\frac{d\theta}{d\mu} + \nu\,\frac{d\theta}{d\nu}$$

résultat commun aux autres permutations de l'équation (81) traitées de la même manière.

Comme il existe trois valeurs de σ, il y a trois valeurs correspondantes de q, pour l'une desquelles nous avons (équations 72):

$$\frac{1}{2}\, q_1\upsilon = \sigma_1\left[\frac{d\theta}{d\lambda} + (\sigma_2 + \sigma_2)\,\frac{d\theta}{d\mu} + \sigma_2\sigma_3\,\frac{d\theta}{d\nu}\right]$$

ou bien, à cause de l'équation (74):

$$(82) \qquad q_1 = \frac{2\sigma_1}{\upsilon}\,\frac{d\theta}{d\sigma_1}, \qquad q_2 = \frac{2\sigma_2}{\upsilon}\,\frac{d\theta}{d\sigma_2}, \qquad q_3 = \frac{2\sigma_3}{\upsilon}\,\frac{d\theta}{d\sigma_3}$$

Telles sont les valeurs des trois pressions principales.

22. L'étude des conditions de symétrie fixe en quelque sorte le choix de l'état initial. Il faut en effet, pour qu'un changement dans le choix des axes de coordonnées ne modifie ni la valeur, ni la forme de la fonction θ, que cette condition soit également remplie pour l'état initial. Nous en établissons les conséquences en nous reportant à ce dernier état.

Faisons donc $\varphi_x = \psi_y = \chi_z = 1$, et $\varphi_y = \varphi_z = o$, $\psi_x = \psi_z = o$, $\chi_x = \chi_y = o$, ce qui donne $\xi = \xi_o$, $\eta = \eta_o$, $\zeta = \zeta_o$, nous aurons par là

$$\varphi = \psi = \chi = 1, \qquad \varphi' = \psi' = \chi' = o$$

puis (équation 71)

$$\frac{d\theta}{d\varphi} = \frac{d\theta}{d\psi} = \frac{d\theta}{d\chi} = \frac{d\theta}{d\lambda} + 2\frac{d\theta}{d\mu} + \frac{d\theta}{d\nu}, \qquad \frac{d\theta}{d\varphi'} = \frac{d\theta}{d\psi'} = \frac{d\theta}{d\chi'} = o.$$

On en déduit, équations (44) et (40):

$$\frac{d\theta}{d\varphi_x} = \frac{d\theta}{d\psi_y} = \frac{d\theta}{d\chi_z} = 2\left(\frac{d\theta}{d\lambda} + 2\frac{d\theta}{d\mu} + \frac{d\theta}{d\nu}\right), \quad \frac{d\theta}{d\varphi_y} = o, \quad \frac{d\theta}{d\varphi_z} = o, \text{ etc.}$$

$$p_{xx} = p_{yy} = p_{zz} = \frac{2}{\upsilon_o}\left(\frac{d\theta}{d\lambda} + 2\frac{d\theta}{d\mu} + \frac{d\theta}{d\nu}\right), \qquad p_{xy} = p_{xz} = p_{yz} = o.$$

Ainsi l'état initial est caractérisé par l'égalité de pressions en tous sens. C'est à ce point de départ seulement que s'appliquent les propriétés précédentes des pressions principales. Pour l'étude d'un corps à état variable, si à aucun moment la pression n'est égale en tous sens, il faudra pour chaque élément de volume séparément remonter à un état initial tel que nous venons de le définir, c'est-à-dire réunissant les deux conditions d'isotropie et d'égalité de pression en tous sens.

Nous pouvons appeler *dilatations principales* les axes de symétrie de l'ellipsoïde défini aux nos 15 et 16, et énoncer le théorème suivant:

Si l'état initial est caractérisé par l'isotropie de constitution et de pression, les dilatations principales et les pressions principales ont toujours, dans un état quelconque, leurs directions identiques.

En effet, le choix fait (no 21) pour α_1, β_1, γ_1 revient à poser, k étant une indéterminée

$$\alpha_1 = k\xi_o, \qquad \beta_1 = k\eta_o, \qquad \gamma_1 = k\zeta_o$$

c'est-à-dire (équations 76)

$$\alpha\varphi_x + \beta\psi_x + \gamma\chi_x = k\xi_o$$
$$\alpha\varphi_y + \beta\psi_y + \gamma\chi_y = k\eta_o$$
$$\alpha\varphi_z + \beta\psi_z + \gamma\chi_z = k\zeta_o$$

et la comparaison de ces équations avec les équations (60) nous montre que

$$\frac{\alpha}{\xi_o} = \frac{\beta}{\eta} = \frac{\gamma}{\zeta} = \frac{k}{\sigma}$$

et comme $\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = \sigma$, $\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1$, on a $k = \sqrt{\sigma}$, et

(83) $$\alpha = \frac{\xi}{\sqrt{\sigma}}, \qquad \beta = \frac{\eta}{\sqrt{\sigma}}, \qquad \gamma = \frac{\zeta}{\sqrt{\sigma}}$$

ce qui démontre le théorème énoncé.

Formules numériques des corps isotropes.

23. Les pressions principales valant

$$q_1 = \frac{2\sigma_1}{\upsilon} \frac{d\theta}{d\sigma_1}, \text{ etc.}$$

on peut rapporter ces quantités à l'unité de surface dans l'état initial; on pose alors

(84) $$u = q_1 \sqrt{\sigma_2\sigma_3}, \qquad v = q_2 \sqrt{\sigma_1\sigma_3}, \qquad w = q_3 \sqrt{\sigma_1\sigma_2}$$

de sorte que u, v, w sont les pressions principales agissant sur les surfaces qui valaient l'unité dans l'état initial.

Nous désignerons, dans ce sujet, les trois dilatations linéaires principales par ξ, η, ζ, de sorte que

(85) $$\sigma_1 = (1 + \xi)^2, \qquad \sigma_2 = (1 + \eta)^2, \qquad \sigma_3 = (1 + \zeta)^2$$

d'où

$$\upsilon = \upsilon_o \Delta = \upsilon_o \sqrt{\nu} = \upsilon_o (1 + \xi)(1 + \eta)(1 + \zeta)$$

et

$$u = \frac{2}{\upsilon_o} (1 + \xi) \frac{d\theta}{d\sigma_1}, \text{ etc.}$$

Regardant alors θ comme une fonction de ξ, η, ζ, il vient

(86) $$u = \frac{1}{\upsilon_o} \frac{d\theta}{d\xi}, \qquad v = \frac{1}{\upsilon_o} \frac{d\theta}{d\eta}, \qquad w = \frac{1}{\upsilon_o} \frac{d\theta}{d\zeta}$$

De là

(87) $$du = \frac{1}{\upsilon_o} \left(\frac{d^2\theta}{d\xi\, dT} dT + \frac{d^2\theta}{d\xi^2} d\xi + \frac{d^2\theta}{d\xi\, d\eta} d\eta + \frac{d^2\theta}{d\xi\, d\zeta} d\zeta \right)$$

et, n° 8, équation (20), nous écrirons

$$dQ = AT\left(\frac{d^2\theta}{dT^2}dT + \frac{d^2\theta}{d\xi\, dT}d\xi + \frac{d^2\theta}{d\eta\, dT}d\eta + \frac{d^2\theta}{d\zeta\, dT}d\zeta\right) \tag{88}$$

Nous étudierons les modifications infinitésimales d'un état isotrope; cet état étant désigné par les conditions

$$\xi = \eta = \zeta, \qquad u = v = w$$

nous poserons, pour cet état

$$(89)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^2\theta}{d\xi^2} = \frac{d^2\theta}{d\eta^2} = \frac{d^2\theta}{d\zeta^2} = a\upsilon_o \\ &\frac{d^2\theta}{d\xi\, d\eta} = \frac{d^2\theta}{d\xi\, d\zeta} = \frac{d^2\theta}{d\xi\, d\eta} = a'\upsilon_o \\ &\frac{d^2\theta}{d\xi\, dT} = \frac{d^2\theta}{d\eta\, dT} = \frac{d^2\theta}{d\zeta\, dT} = b\upsilon_o \\ &\frac{d^2\theta}{dT^2} = b'\upsilon_o \end{aligned}\right.$$

et nous aurons

$$(90)\quad \left\{\begin{aligned} du &= bdT + ad\xi + a'(d\eta + d\zeta) \\ dv &= bdT + ad\eta + a'(d\xi + d\zeta) \\ dw &= bdT + ad\zeta + a'(d\xi + d\eta) \\ dQ &= A\upsilon_o T\left[b'dT + b(d\xi + d\eta + d\zeta)\right] \end{aligned}\right.$$

Réciproquement, on peut regarder u, v, w comme variables indépendantes et tirer de ces équations:

$$d\xi = \frac{(a + a')\,du - a'(dv + dw)}{(a - a')(a + 2a')} - \frac{bdT}{a + 2a'}$$

etc.

$$dQ = A\upsilon_o T\left[\frac{b(du + dv + dw)}{a + 2a'} + \left(b' - \frac{3b^2}{a + 2a'}\right)dT\right]$$

Il est évident qu'à pression constante, pour $du = dv = dw = o$, on doit avoir $dQ = c_p dT$ et $d\xi = d\eta = d\zeta = \alpha_p dT$, c_p et α_p étant la chaleur spécifique et le coefficient de dilatation à pression constante. On posera donc:

$$(91)\qquad \begin{cases} c_p = \mathrm{A}\upsilon_o \mathrm{T}\left(b' - \dfrac{3b^2}{a+2a'}\right) \\ \alpha_p = -\dfrac{b}{a+2a'} \end{cases}$$

et aussi, pour abréger :

$$(92)\qquad \begin{cases} \dfrac{1}{\lambda} = \dfrac{a+a'}{(a'-a)(a+2a')} \\ \dfrac{1}{\lambda'} = \dfrac{a'}{(a'-a)(a+2a')} \end{cases}$$

et l'on aura

$$(93)\qquad \begin{cases} d\xi = \dfrac{dv+dw}{\lambda'} - \dfrac{du}{\lambda} + \alpha_p d\mathrm{T} \\ d\eta = \dfrac{du+dw}{\lambda'} - \dfrac{dv}{\lambda} + \alpha_p d\mathrm{T} \\ d\zeta = \dfrac{du+dv}{\lambda'} - \dfrac{dw}{\lambda} + \alpha_p d\mathrm{T} \\ d\mathrm{Q} = c_p d\mathrm{T} - \mathrm{AT}\upsilon_o \alpha_p (du+dv+dw) \end{cases}$$

Telles sont les équations dont nous ferons usage dans la suite.

Il est facile de voir que le coefficient d'élasticité linéaire vaut, à température constante

$$(94)\qquad \mathrm{E} = \lambda$$

tandis que celui d'élasticité cubique est donné par

$$(95)\qquad \mathrm{E}' = \frac{\lambda\lambda'}{3(\lambda'-2\lambda)}$$

Des équations (91) et (92) on tire d'ailleurs

$$a = -\frac{\lambda\lambda'(\lambda'-\lambda)}{(\lambda'+\lambda)(\lambda'-2\lambda)}, \qquad a' = -\frac{\lambda^2\lambda'}{(\lambda'+\lambda)(\lambda'-2\lambda)}$$

$$b = \frac{\lambda\lambda'}{\lambda'-2\lambda}\alpha_p, \qquad b' = \frac{c_p}{\mathrm{A}\upsilon_o\mathrm{T}} - \frac{3\lambda\lambda'}{\lambda'-2\lambda}\alpha_p^2$$

c'est-à-dire, à cause des valeurs (94) et (95)

$$
(96) \quad \left\{ \begin{aligned} a &= -3E' \frac{3E' + E}{9E' - E}, & a' &= -3E' \frac{3E' - E}{9E' - E} \\ b &= 3E'\alpha_p, & b' &= \frac{c_p}{A\upsilon_o T} - 9E'\alpha_p^2 \end{aligned} \right.
$$

Quand u, v, w sont faibles, on peut considérer les deux hypothèses faites par Poisson et Wertheim sur le rapport $\frac{E'}{E}$. D'après Poisson, on a

$$
E' = \frac{2}{3} E
$$

d'où l'on déduit:

$$
\lambda' = 4\lambda, \qquad a = -\frac{6}{5} E, \qquad a' = -\frac{2}{5} E
$$

$$
b = 2E\alpha_p, \qquad b' = \frac{c_p}{A\upsilon_o T} - 6E\alpha_p^2
$$

d'où $a = 3a'$.

D'après Wertheim, on a

$$
E' = E
$$

ce qui entraîne

$$
\lambda' = 3\lambda, \qquad a = -\frac{3}{2} E, \qquad a' = -\frac{3}{4} E
$$

$$
b = 3E\alpha_p, \qquad b' = \frac{c_p}{A\upsilon_o T} - 9E\alpha_p^2
$$

et ici $a = 2a'$.

On peut du reste remarquer que b' diffère peu de

$$
\frac{c_p}{A\upsilon_o T}
$$

24. Les équations (93) peuvent également être obtenues par un changement de variables. On a, comme variation de travail

$$
dL = \frac{d\theta}{d\xi} d\xi + \frac{d\theta}{d\eta} d\eta + \frac{d\theta}{d\zeta} d\zeta
$$

ou bien

$$dL = \upsilon_o\,(u d\xi + v d\eta + w d\zeta)$$

Posant

$$\upsilon_o\,(u\xi + v\eta + w\zeta) = f\,(u, v, w, T)$$

il vient

$$dL = df - \upsilon_o\,(\xi du + \eta dv + \zeta dw)$$

Soit encore

$$U + f = f_1$$

comme $dQ = A\,(dU + dL)$, on aura

$$dQ = A\,[df_1 - \upsilon_o\,(\xi du + \eta dv + \zeta dw)]$$

Or on doit avoir la forme

$$dQ = AT d\omega$$

d'où l'on conclut les conditions:

$$T\,\frac{d\omega}{du} = \frac{df_1}{du} - \upsilon_o\,\xi\,, \qquad T\,\frac{d\omega}{dv} = \frac{df_1}{dv} - \upsilon_o\,\eta\,, \text{ etc.}$$

$$T\,\frac{d\omega}{dT} = \frac{df_1}{dT}$$

Ce système a pour intégrale générale

$$f_1 = T\omega + \upsilon_o\vartheta\,(u, v, w, T)$$

ϑ étant une fonction arbitraire, avec les conditions

(97) $$\xi = \frac{d\vartheta}{du}, \qquad \eta = \frac{d\vartheta}{dv}, \qquad \zeta = \frac{d\vartheta}{dw}$$

et

(98) $$\omega = -\,\upsilon_o\,\frac{d\vartheta}{dT}$$

On en déduit

(99) $$\begin{cases} U = \upsilon_o\left(\vartheta - u\,\dfrac{d\vartheta}{du} - v\,\dfrac{d\vartheta}{dv} - w\,\dfrac{d\vartheta}{dw} - T\,\dfrac{d\vartheta}{dT}\right) \\ dQ = -\,A\upsilon_o T\left(\dfrac{d^2\vartheta}{du\,dT}\,du + \dfrac{d^2\vartheta}{dv\,dT}\,dv + \dfrac{d^2\vartheta}{dw\,dT}\,dw + \dfrac{d^2\vartheta}{dT^2}\,dT\right) \end{cases}$$

puis

$$d\xi = \frac{d^2\vartheta}{du^2}\,du + \frac{d^2\vartheta}{du\,dv}\,dv + \frac{d^2\vartheta}{du\,dw}\,dw + \frac{d^2\vartheta}{du\,d\mathrm{T}}\,d\mathrm{T}$$

Nous poserons alors, pour $u = v = w$:

$$(100)\quad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{d^2\vartheta}{du^2} = \dfrac{d^2\vartheta}{dv^2} = \dfrac{d^2\vartheta}{dw^2} = -\dfrac{1}{\lambda}, \\ \dfrac{d^2\vartheta}{du\,dv} = \dfrac{1}{\lambda'}, \qquad \dfrac{d^2\vartheta}{du\,d\mathrm{T}} = \alpha_p, \\ \mathrm{A}\mathfrak{v}_o\mathrm{T}\,\dfrac{d^2\vartheta}{d\mathrm{T}^2} = -c_p \end{array} \right.$$

et nous retomberons exactement sur les équations (93).

Nous appliquerons ces équations-ci à l'étude d'un certain nombre d'opérations que l'on peut concevoir pour l'obtention des valeurs numériques des éléments d'un corps donné. Les lettres c, α, l, h représenteront respectivement une chaleur spécifique, un coefficient de dilatation, un coefficient d'élasticité isothermique, un coefficient d'élasticité adiabatique.

Nous aurons trois sortes de modifications, suivant que l'on fournit ou soustrait de la chaleur au corps en laissant varier sa température, que l'on comprime ou dilate ce corps à température constante, ou bien qu'il est comprimé ou dilaté sans qu'aucune quantité de chaleur lui ait été donnée ou enlevée.

25. 1re opération. On chauffe le corps à pressions constantes.

On a dans ce cas $du = dv = dw = o$, tandis que $d\xi = d\eta = d\zeta = \alpha_p\,d\mathrm{T}$, et $d\mathrm{Q} = c_p\,d\mathrm{T}$.

2me opération. On chauffe le corps en laissant la pression constante dans deux directions, et en maintenant la dilatation nulle dans la 3me direction.

On a ainsi $dv = dw = o$, $d\xi = o$, d'où l'on déduit

$$d\eta = d\zeta = \alpha_\xi d\mathrm{T}$$
$$d\mathrm{Q} = c_\xi d\mathrm{T}$$

où l'on fait

(101) $$\left\{\begin{aligned} \alpha_\xi &= \frac{\lambda + \lambda'}{\lambda'}\,\alpha_p \\ c_\xi &= c_p - \lambda A v_o T \alpha_p^2 \end{aligned}\right.$$

tandis que l'on a

$$du = \lambda \alpha_p dT$$

3me opération. On chauffe le corps en maintenant la pression constante dans une seule direction, tandis qu'il ne peut ni se dilater ni se contracter dans les deux autres directions.

Dans ce cas, $du = o$ et $d\eta = d\zeta = o$. Posant alors

(102) $$\left\{\begin{aligned} \alpha_{\xi\eta} &= \frac{\lambda + \lambda'}{\lambda' - \lambda}\,\alpha_p \\ c_{\xi\eta} &= c_p - \frac{2\lambda\,\lambda'}{\lambda' - \lambda}\,A v_o T \alpha_p^2 \end{aligned}\right.$$

l'on aura

$$d\xi = \alpha_{\xi\eta} dT, \qquad dQ = c_{\xi\eta} dT$$

et

$$dv = dw = \frac{\lambda\,\lambda'}{\lambda' - \lambda}\,\alpha_p dT$$

4me opération. On chauffe le corps en maintenant son volume invariable dans les trois directions.

Ici $d\xi = d\eta = d\zeta = o$, et l'on trouve

$$du = dv = dw = \frac{\lambda\,\lambda'}{\lambda' - 2\lambda}\,\alpha_p dT$$

$$dQ = c_v dT$$

où

(103) $$c_v = c_p - A T v_o \alpha_p^2 \times \frac{3\lambda\,\lambda'}{\lambda' - 2\lambda}$$

Remarque. Nous pouvons écrire, pour ces trois dernier cas

(2me expér.) $$du = l_{uv} \alpha_p dT$$

(3me ») $$dv = dw = l_u \alpha_p dT$$

(4me ») $$du = dv = dw = l \alpha_p dT$$

où l'on pose

(104) $$l_{uv} = \lambda, \qquad l_u = \frac{\lambda\lambda'}{\lambda' - \lambda}, \qquad l = \frac{\lambda\lambda'}{\lambda' - 2\lambda}$$

Au moyen de ces notations, l'on a aussi

(105) $$\begin{cases} c_\xi = c_p - l_{uv} A \upsilon_o T \alpha_p^2 \\ c_{\xi\eta} = c_p - 2 l_u A \upsilon_o T \alpha_p^2 \\ c_\upsilon = c_p - 3l \, A \upsilon_o T \alpha_p^2 \end{cases}$$

26. Dans le paragraphe précédent, nous avons considéré les coefficients de dilatation et les chaleurs spécifiques. Les cinq modes suivants de variations nous serviront à définir cinq sortes de coefficients d'élasticité isothermique.

5me opération. On comprime le corps de même en tous sens, à température constante.

On a donc comme données

$$du = dv = dw, \qquad dT = o$$

et l'on en déduit (équations 93)

$$d\xi = d\eta = d\zeta = -\frac{du}{l}$$

où l vaut, comme ci-dessus, $\frac{\lambda\lambda'}{\lambda' - 2\lambda}$

On obtient encore

$$dQ = -3AT\upsilon_o \alpha_p du$$

Il est évident ici que (équation 95)

$$l = 3E'$$

6me opération. On comprime le corps dans deux directions également; dans la troisième, la pression ne change pas; la température reste constante.

On a donc

$$du = o, \qquad dv = dw, \qquad dT = o$$

d'où l'on tire

$$d\eta = d\zeta = -\frac{dv}{l_u}, \qquad d\xi = \frac{2dv}{\lambda'}$$

et

$$dQ = -2AT\upsilon_o \alpha_p dv$$

Dans l'expérience précédente, l'augmentation de volume valait

$$-\frac{3du}{l}$$

tandis qu'ici elle est de

$$-\frac{2dv}{l}$$

Ici le rapport $-\frac{d\xi}{d\eta}$ vaut $\frac{2\lambda}{\lambda'-\lambda}$, soit 1 dans l'hypothèse de Wertheim, et $\frac{2}{3}$ dans celle de Poisson; il sera plus aisé que dans le cas suivant de vérifier exactement laquelle de ces deux hypothèses doit être préférée.

7[me] *opération.* Le corps est comprimé dans une seule direction, tandis que pour les deux autres la pression reste invariable.

Dans ce cas rentre celui d'une tige tendue ou comprimée par un poids. On a

$$du = dv = o, \qquad dT = o$$

d'où posant $l_{uv} = \lambda$:

$$d\zeta = -\frac{dw}{l_{uv}}, \qquad d\xi = d\eta = \frac{dw}{\lambda'}$$

$$dQ = -AT\upsilon_o \alpha_p dw$$

Ici l'augmentation de volume vaut

$$-\frac{dw}{l}$$

et d'ailleurs, pour $dT = o$, on a toujours

$$dQ = AT\upsilon_o \alpha_p l (d\xi + d\eta + d\zeta)$$

Enfin, nous avons ici

$$-\frac{d\xi}{d\zeta} = \frac{\lambda}{\lambda'}$$

rapport qui vaut $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ suivant les deux hypothèses.

deux directions également, la pression restant invariable dans la troisième direction.

Les données étant

$$du = o, \qquad dv = dw, \qquad dQ = o$$

on en tire

$$dT = \frac{2AT\mathfrak{v}_o\alpha_p}{c_p} dv$$

puis

$$d\eta = d\zeta = -\frac{dv}{h_u}$$

où

(109) $$h_u = \frac{c_p}{c_{\xi\eta}} l_u$$

soit

(109′) $$\frac{1}{h_u} = \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda\lambda'} - \frac{2AT\mathfrak{v}_o\alpha_p^2}{c_p}$$

tandis que

$$d\xi = \left(\frac{2}{\lambda'} + \frac{2AT\mathfrak{v}_o\alpha_p^2}{c_p}\right) dv$$

12me opération. Le corps subit, dans une seule direction, une compression adiabatique, la pression ne changeant pas pour les deux autres directions.

On a

$$du = dv = o, \qquad dQ = o$$

et on obtient

$$dT = \frac{AT\mathfrak{v}_o\alpha_p}{c_p} dw$$

d'où

$$d\zeta = -\frac{dw}{h_{uv}}$$

en faisant

(110) $$h_{uv} = \frac{c_p}{c_\xi} l_{uv}, \qquad \frac{1}{h_{uv}} = \frac{1}{\lambda} - \frac{AT\upsilon_o\alpha_p^2}{c_p}$$

puis on aura

$$d\xi = d\eta = \left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{AT\upsilon_o\alpha_p^2}{c_p}\right) dw$$

Remarque. Pour toute modification adiabatique, l'on a, d'après les équations (93)

$$dT = \frac{AT\upsilon_o\alpha_p}{c_p}(du + dv + dw)$$

et l'on en déduit

$$d\xi + d\eta + d\zeta = -\frac{du + dv + dw}{h}$$

c'est-à-dire

$$d\xi + d\eta + d\zeta = -\frac{c_p}{A\upsilon_o\alpha_p h}\frac{dT}{T}$$

qu'on peut écrire

$$dT = -\frac{Ah\alpha_p T}{c_p} d\upsilon$$

valeur de l'échauffement produit par la compression, dont la forme est indépendante de la manière dont la compression est répartie suivant les trois directions principales, à condition que cette opération ait lieu sans addition ni soustraction de chaleur.

28. Entre les coefficients que nous avons définis dans les n^{os} précédents, il est aisé d'écrire diverses relations, telles que

(111) $$\frac{1}{\alpha_p} + \frac{1}{\alpha_{\xi\eta}} = \frac{2}{\alpha_\xi}$$

(112) $$\frac{1}{c_p - c_\xi} + \frac{3}{c_p - c_\upsilon} = \frac{4}{c_p - c_{\xi\eta}}$$

(113) $$\frac{c_\upsilon}{l} + \frac{c_\xi}{l_{uv}} = \frac{2c_{\xi\eta}}{l_u}$$

$$\frac{1}{l} + \frac{1}{l_{uv}} = \frac{2}{l_u} \tag{114}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{h_{uv}} = \frac{2}{h_u} \tag{115}$$

$$l + l_{\xi\eta} = 2l_\xi \tag{116}$$

$$l\alpha_p = l_\xi \alpha_\xi = l_{\xi\eta}\alpha_{\xi\eta} \tag{117}$$

Si l'on admet $\lambda' = 4\lambda$, on obtient entre autres valeurs :

$$\alpha_\xi = \frac{5}{4}\alpha_p, \qquad \alpha_{\xi\eta} = \frac{5}{3}\alpha_p$$

$$l_{uv} = \lambda, \qquad l_u = \frac{4}{3}\lambda, \qquad l = 2\lambda$$

$$l_\xi = \frac{8}{5}\lambda, \qquad l_{\xi\eta} = \frac{6}{5}\lambda$$

tandis que si $\lambda' = 3\lambda$, l'on aura

$$\alpha_\xi = \frac{4}{3}\alpha_p, \qquad \alpha_{\xi\eta} = 2\alpha_p$$

$$l_{uv} = \lambda, \qquad l_u = \frac{3}{2}\lambda, \qquad l = 3\lambda$$

$$l_\xi = \frac{9}{4}\lambda, \qquad l_{\xi\eta} = \frac{3}{2}\lambda$$

Dans tous les cas, les quantités h diffèrent peu des quantités l correspondantes, parce que la valeur de

$$\frac{AT\mathfrak{v}_o {\alpha_p}^2}{c_p}\lambda$$

est généralement une petite fraction.

Comme exemple d'application des cas traités ci-dessus, nous pouvons citer le balancier compensé d'un chronomètre, à lames bimétalliques. Pour l'un quelconque des deux métaux, on suppose ordinairement que

le coefficient d'élasticité est λ, c'est-à-dire l_{uv}. En réalité, c'est l_u qu'il faudrait considérer, attendu que la réaction des deux parties de la lame s'exerce aussi bien dans le sens de la hauteur du balancier que suivant la direction de la lame. Si donc on admet que $\lambda' = 4\lambda$ ou 3λ, on commet une erreur de $\frac{1}{3}\lambda$ ou $\frac{1}{2}\lambda$ dans le choix fait ordinairement pour la valeur du coefficient d'élasticité, quand on prend l_{uv} à la place de l_u.

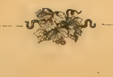




TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA PREMIÈRE PARTIE

DU TOME TRENTE-DEUXIÈME





IMPR. AUBERT-SCHUCHARDT
Rey et Malavallon, successeurs.





MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

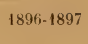
D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE



TOME XXXII. — SECONDE PARTIE

GENÈVE
GEORG & Cie
BALE et LYON même maison.



PARIS
G. FISCHBACHER
33, rue de Seine.

1896-1897





MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

TOME XXXII. — SECONDE PARTIE

GENÈVE
IMPRIMERIE REY & MALAVALLON
Précédemment Aubert-Schuchardt
18, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

1896-1897

RAPPORT

DU

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

POUR

L'ANNÉE 1895

PAR

M. le Professeur Raoul GAUTIER

Messieurs et chers Collègues,

Suivant l'exemple de mes prédécesseurs, je vous rendrai compte d'abord des questions administratives qui nous ont occupés cette année. Puis je vous retracerai brièvement la vie et les travaux de ceux de nos collègues que nous avons eu le regret de perdre. Enfin je vous donnerai un résumé rapide des travaux scientifiques que vous avez entendus durant les dix-sept séances de l'année 1895.

AFFAIRES ADMINISTRATIVES

Dans la séance du 17 janvier, vous avez élu comme vice-président M. C. de Candolle qui a bien voulu accepter la présidence pour l'année dans laquelle Genève organise la deuxième Exposition nationale suisse. Vous avez confirmé M. Paul van Berchem dans les fonctions de secrétaire des séances et vous avez nommé membres du Comité de publication, MM. les professeurs Ph.-A. Guye et Dr J.-L. Prevost, en remplacement de MM. Marc Micheli et Th. Flournoy.

Le concours pour le prix de Candolle, ouvert en janvier 1894, a été fermé le 15 janvier 1895. Dans cette même séance du 17 janvier, vous avez nommé, pour statuer sur les quatre mémoires présentés, un jury composé de M. Marc Micheli et de MM. les professeurs Muller et Chodat. Ce jury a rapporté dans la séance du 21 mars et vous avez adopté ses conclusions. Un premier prix (de fr. 500) a été accordé à M. le professeur *O. Warburg*, à Berlin, pour sa monographie des Myristicacées et un deuxième prix (de fr. 250) à M. le professeur *Wettstein*, à Prague, pour sa monographie du genre Euphrasia.

La 1re partie du volume XXXII de nos *Mémoires* a paru dans le courant de l'année. Son contenu est entièrement conforme aux indications que vous donnait mon prédécesseur, M. le professeur Soret, dans son rapport sur l'année 1894. Pour la 2me partie du même volume, sont actuellement sous presse : un Mémoire de Mlle Catherine Schépiloff : « Recherches sur les nerfs de la VIIIme paire cranienne et sur les fonctions du cerveau et de la moelle chez les grenouilles, avec un aperçu comparatif des fonctions du système nerveux central dans la classe des Batraciens » et un Mémoire de feu le professeur Charles Cellérier : « Démonstration d'un théorème fondamental relatif aux facteurs primitifs des nombres premiers. »

Si votre comité de publication n'active pas davantage l'impression des

Mémoires, c'est que nos ressources financières seront mises à contribution pour les préparatifs que fait la Société afin de figurer dignement à l'Exposition nationale suisse de 1896.

Vous avez décidé l'année dernière de donner à notre exposition un certain développement dans le sens historique. Une commission spéciale, composée de notre dévoué président M. C. de Candolle, de notre secrétaire M. Paul van Berchem et de M. Alexandre Le Royer, s'est activement occupée, dans le cours de cette année, à réunir des matériaux en vue de cette exposition. Ce sont d'abord ceux des instruments scientifiques de nos anciens membres qui présentent un intérêt historique, puis les bustes ou les portraits des savants éminents qui ont illustré Genève, enfin nos « Mémoires » et les publications les plus importantes des membres de la Société. Cette commission a beaucoup travaillé, elle vous a envoyé des circulaires ainsi qu'aux familles des membres décédés; elle a droit à nos plus sincères remerciements! Je ne veux pas, Messieurs, entrer ici dans plus de détails; notre président actuel le fera dans son rapport sur l'année qui vient de commencer. C'est lui qui aura été à la peine; il est juste qu'il ait l'honneur du travail accompli par lui et par ses dévoués collaborateurs.

Votre comité de publication a aussi décidé de compléter, à l'occasion de l'Exposition de 1896 à Genève, le travail que notre Société avait édité en 1883 lors de l'Exposition de Zurich, travail intitulé : « Publications des membres actuels de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève et de la section genevoise de la Société helvétique des Sciences naturelles. » Le complément de 1896, comprendra les listes des travaux des membres nommés depuis 1883, celle des travaux des anciens membres publiés depuis cette date, enfin quelques corrections et additions. C'est encore M. C. de Candolle qui a bien voulu se charger de coordonner et de diriger cette publication.

La Société helvétique des Sciences naturelles a eu sa session annuelle à Zermatt du 8 au 11 septembre. Vous y étiez représentés à l'assemblée des délégués par nos collègues, MM. Edouard Sarasin et Marc Micheli.

Notre séance du mois de septembre a été supprimée, sur votre décision, parce qu'elle coïncidait avec le moment de cette session. Plusieurs d'entre nous ont du reste été empêchés d'assister à la réunion de Zermatt, parce qu'à la même époque avaient lieu dans le canton de Vaud les manœuvres du Ier corps d'armée.

Le 18 décembre, la Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne fêtait le cinquantenaire de l'enseignement de M. le professeur Ch. Dufour et y joignait la célébration des vingt-cinq ans d'enseignement de M. le professeur F.-A. Forel. Notre Société a profité de cette occasion pour témoigner notre sympathie et notre respectueuse affection à nos deux savants compatriotes qui comptent au nombre de nos membres honoraires, le premier depuis 1884, le second depuis 1874. Votre Bureau a rédigé des adresses à nos deux collègues pour leur être remises au banquet donné en leur honneur à Lausanne. J'ai eu le privilège d'assister à cette très intéressante réunion, ainsi que M. Edouard Sarasin ; ce dernier a bien voulu se charger de remettre ces adresses aux deux jubilaires et il les a accompagnées de paroles éloquentes. Votre président avait l'honneur de représenter à cette solennité l'Université de Genève qui a décerné à M. Charles Dufour le diplôme de docteur honoraire ès sciences mathématiques et à M. F.-A. Forel le diplôme de docteur honoraire ès sciences physiques et naturelles.

Deux nouveaux associés libres se sont joints à nous cette année : MM. *Frey-Gessner* et *Augustin de Candolle*. — M. *Ludwig de Westerweller* nous a envoyé sa démission.

Nous avons eu le chagrin de perdre en 1895, un membre ordinaire, M. le Dr *Henri-Clermont Lombard* ; trois membres honoraires : MM. le Dr *William Crawford Williamson*, *Louis Pasteur* et *Louis Rutimeyer;* enfin un associé libre, M. *Gustave Rochette.* Il n'est pas d'usage de retracer dans le rapport annuel, la vie et l'activité des associés libres, mais il me sera permis de déplorer ici la mort de cet homme de bien qui s'intéressait aux questions scientifiques et qui nous a été fidèle durant trente-cinq années.

NOTICES BIOGRAPHIQUES

Le docteur Henri-Clermont LOMBARD[1].

La famille Lombard est originaire du royaume de Naples. Le sixième ancêtre de notre regretté collègue, César Lombardo dut quitter son pays pour cause de religion et vint comme beaucoup d'autres hommes de valeur, persécutés pour leurs convictions, se réfugier à Genève, où il fut reçu bourgeois en 1589. Le père de H.-C. Lombard, Jean-Gédéon Lombard, a été le fondateur d'une des principales maisons de banque de notre ville, devenue, lors de sa retraite, en 1830, la maison Lombard-Odier & C[ie]. Sa mère appartenait à la famille Morin, de Dieu-le-fit, en Dauphiné. Il naquit à Genève, le 30 mars 1803. Son enfance fut très maladive et on désespéra à plusieurs reprises de le conserver! En 1811, son père le plaça au Collège de Genève, puis, peu après, le mit en pension dans des instituts privés. Lombard raconte lui-même que toutes ses premières années d'études furent peu brillantes. Peut-être l'époque troublée que traversait alors la République de Genève, était-elle peu favorable à un travail régulier? Lombard, qui s'est toujours montré un patriote ardent, participa aux manifestations joyeuses qui saluèrent l'union de Genève à la Suisse. Il figurait parmi les enfants qui allèrent en corps, le 1[er] juin 1814, assister au débarquement des troupes suisses au Port-Noir, au bas de la Côte de Cologny.

Ce fut en 1819 seulement que les aptitudes au travail de Lombard se manifestèrent et qu'il se sentit porté du côté des sciences naturelles et de la médecine. Il suivit assidûment les cours de de Candolle, de de

[1] Cette notice a été rédigée en partie d'après l'excellente nécrologie parue dans la *Revue Médicale de la Suisse romande*, février 1895, et due à la plume du D[r] C. Picot, en partie d'après des notes et souvenirs manuscrits du D[r] H.-Cl. Lombard, qui ont été mises à ma disposition, avec la plus extrême obligeance, par sa famille.

la Rive, de Marcet et de Deluc et fréquenta l'Hôpital sous la direction du Dr Charles Maunoir. Il prit, en 1822, ses deux baccalauréats et se prépara ensuite à poursuivre ses études de médecine à l'étranger. Son père désira les lui voir commencer à Edimbourg où de nombeux médecins genevois les avaient déjà faites.

En automne de l'année 1822, Lombard quitta Genève pour Paris, Londres et Edimbourg. Il se mit avec ardeur au travail sous la direction des professeurs Jameson, Monrœ, Russel et Duncan; fréquenta les séances de la Société médicale et devint bientôt complètement maître de la langue anglaise, ce qui lui fut fort utile par la suite. L'hiver de 1823 à 1824, où il travailla beaucoup, surtout de nuit, fut mauvais pour sa santé. Il toussait beaucoup, et le Dr Thomson constata une matité sous-claviculaire au poumon gauche et prescrivit au jeune étudiant de passer l'hiver suivant dans un climat plus doux et moins brumeux.

Ce fut l'origine de ses nombreux voyages et de la direction spéciale de ses travaux du côté des études de climatologie. Il quitta Edimbourg au printemps de l'année 1824, visita l'Ecosse, puis l'Irlande, séjourna plusieurs mois à Dublin et y noua de nombreuses et agréables relations; puis il parcourut les principales villes de l'Angleterre et regagna sa ville natale. En automne, il se rendit en Italie dont il visita les villes les plus importantes, toujours préoccupé de ses études climatologiques; il resta quelques mois à Pise, poussa jusqu'à Rome et à Naples et revint à Genève, complètement rétabli, dans le courant de l'année 1825.

En automne, il partit pour Paris, où il poursuivit régulièrement ses études jusqu'en 1827, année dans laquelle il publia sa thèse inaugurale, intitulée : « Essai sur les tubercules. » Plus tard il reprit ce sujet et obtint à la fin de 1828 un prix au concours de l'Académie de médecine de Paris. Mais revenons à ses années d'études à Paris. Il profita particulièrement de l'enseignement des docteurs Andral et Louis avec lesquels il était en rapports journaliers dans les salles de la Charité où ils suivaient ensemble les visites du Dr Lherminier. Lombard était aussi

membre d'une réunion spéciale fondée sous le nom de : « Nouvelle Société d'instruction médicale », qui fut présidée d'abord par Andral, dont Littré faisait partie et où l'on travaillait beaucoup.

Durant les années 1828 et 1829, Lombard reprit le bâton du voyageur. Il séjourna à Strasbourg, où il travailla sous la direction de Lobstein, Lauth et Ehrmann ; puis il retourna en Angleterre, revint sur le continent, séjourna plusieurs mois en Allemagne et visita les principales stations d'eaux de ce pays et de l'Autriche, continuant toujours à poursuivre ses études spéciales de climatologie médicale.

De retour à Genève en 1829, Lombard fut reçu, en novembre de cette année, membre du Collège des médecins. En 1830, il entrait au Dispensaire des médecins, en 1831, à la Société médicale et, la même année, le Dr Peschier se faisait remplacer par lui dans les fonctions de médecin-adjoint de l'Hôpital ainsi que de la Bourse française et de la Bourse allemande. Dès ce moment il fut très occupé, soit à l'Hôpital, soit par une clientèle croissante. En 1832, lorsque le choléra paraissait menaçant, il fut nommé membre du Conseil de Santé. Enfin, en 1835, il était nommé médecin titulaire de l'Hôpital, fonctions qu'il a conservées durant treize années.

« Il y entreprit, dit son biographe le Dr Picot, de nombreux travaux cliniques dont la relation peut encore être consultée avec fruit. C'est ainsi qu'il publia une série de mémoires sur les deux épidémies de grippe qui sévirent à Genève en 1831 et en 1836, et sur celles de coqueluche et de rougeole observées vers la même époque ; puis des recherches sur les fièvres bilieuses et typhoïdes et de nombreuses observations dont plusieurs furent réunies sous le titre de « Clinique médicale de l'Hôpital de Genève. » Les questions d'hygiène et de climatologie continuaient à le préoccuper, comme le témoignent une brochure sur l'ivrognerie et des recherches sur l'influence causée par les saisons sur la mortalité, sur le climat de Genève, sur l'influence des professions pour le développement de la phtisie et la durée de la vie, etc., etc. ».

La clientèle genevoise de Lombard augmentait progressivement et ses

relations à l'étranger, sa connaissance des langues anglaise, allemande et italienne le faisaient également rechercher par les nombreux hôtes de passage qui visitaient notre pays, en été surtout. Comme médecin pratiquant il était fort estimé de ses collègues et très goûté de ses malades. Ainsi que le dit son excellent biographe : « Il possédait toutes les qualités de bon aloi qui assurent le succès ; son optimisme habituel et la gaîté qui lui était naturelle, étaient pour ses malades les meilleurs des reconfortants et nul n'a mieux pratiqué que lui l'adage que « le médecin guérit quelquefois, soulage souvent, console toujours. »

Lorsque ses fonctions à l'Hôpital cessèrent en 1848, il continua la pratique médicale, mais eut plus de temps pour se livrer à ses travaux de prédilection sur la climatologie. Il publia successivement : un livre intitulé « Des climats de montagne considérés au point de vue médical, » qui parut en trois éditions successives en 1856, 1858 et 1873 ; puis un volume sur « Les stations médicales des Pyrénées et des Alpes ; » des mémoires sur « les habitants des altitudes, » « des influences atmosphériques sur la répartition de la mortalité à différents âges et en différents pays ; » des « études sur le goître et le crétinisme endémique et sur leur cause atmosphérique » et beaucoup d'autres. Tous ces travaux préludaient à la publication de son grand ouvrage : « Traité de climatologie médicale, » dont nous parlerons plus loin[1].

Durant les trente années qui suivirent la cessation des fonctions officielles de Lombard à l'Hôpital, nous voyons sa vie, très remplie, se partager entre ses travaux de cabinet, sa clientèle toujours plus nombreuse et de très fréquentes absences. Tous ces voyages, sauf une ou deux cures nécessitées par sa santé, avaient pour principal objectif d'étendre le champ de ses connaissances et de lui fournir les matériaux nécessaires à ses travaux climatologiques. Ses voyages dans les Alpes furent nombreux. Il profitait presque chaque année des sessions de la Société helvétique des Sciences naturelles pour visiter une localité nouvelle de

[1] La bibliographie complète des œuvres du Dr H. Cl. Lombard a paru à la suite de la biographie déjà plusieurs fois citée de la *Revue médicale de la Suisse romande*, février 1895.

notre pays. Il saisissait cette occasion pour s'instruire lui-même et pour tenir les autres au courant de ses observations personnelles.

Il visita à nouveau l'Angleterre en 1846, parcourut les stations du littoral méditerranéen en 1849, visita les Pyrénées en 1863, l'Allemagne méridionale en 1866 et retourna en 1868 en Angleterre et en Ecosse.

Ses séjours à Paris furent très fréquents. Il y assista au premier *Congrès des Sciences médicales* en 1867 et y parla des « Lois de la mortalité en Europe dans leurs rapports avec les influences atmosphériques. » Il suivit également les séances du Congrès médical de Florence en 1869 et de celui de Lyon en 1872. Lorsque ce même Congrès se rassembla dans notre ville en 1877 il en fut vice-président et traita la question de « la géographie médicale de la malaria. » Enfin, lors de la réunion du *Congrès international d'hygiène et de démographie* à Genève en 1882, il se trouvait tout désigné par ses collègues pour occuper le fauteuil présidentiel. Il y prononça le discours d'ouverture et fit une communication sur « les influences hygiéniques prophylactiques et thérapeutiques des altitudes. »

L'œuvre capitale de Lombard a été son « Traité de climatologie médicale, » comprenant quatre volumes et un atlas parus successivement de 1877 à 1880. Pour rédiger ce travail, Lombard se retira presque complètement de la pratique. A un âge où beaucoup d'autres auraient songé à prendre un repos bien mérité, il se borna à changer de travail et mena seulement une vie plus retirée dans la jolie villa de Malagnou qu'il s'était fait construire en 1870.

Le premier volume de la Climatologie comprend d'abord toutes les notions météorologiques applicables à la médecine : composition de l'air, sa température, son humidité, les vents, l'électricité atmosphérique, la pression de l'air et ses variations. Puis l'auteur fait l'application de ces notions à la médecine et commence l'étude de la *Climatologie médicale.* Il recherche les caractères propres à tous les climats et les classe sous quatre désignations qu'il considère comme des lois d'application universelle. Ce sont la loi de *périodicité*, celle de *succession météorologique*,

celle d'*intensité météorologique* et celle de *variabilité météorologique*. Lombard étudie ensuite les *influences physiologiques* et *pathologiques* du climat ainsi que la distribution géographique des maladies, posant ainsi les bases d'une géographie médicale.

Dans les deuxième et troisième volumes, il procède à un tour du monde pathologique, passant en revue successivement les différentes régions du globe dont il fait ressortir les particularités aux points de vue géographique, climatérique, ethnographique, démographique et pathologique. Ces volumes sont remplis de faits tirés de toutes les sources officielles ou privées où Lombard avait puisé avec patience et sagacité. Il termine cette étude par une esquisse de la pathologie comparée laquelle est illustrée par l'*Atlas* pathologique qui accompagne le traité.

Le quatrième volume contient la partie véritablement pratique de ce grand travail, l'étude de l'influence prophylactique et thérapeutique des différents climats. Lombard y donne une grande attention à tout ce qui concerne la prophylaxie résultant de la race, de l'habitation, de l'altitude et de la latitude. Ce sujet qui est certainement une des grandes conquêtes de la médecine moderne forme à la fois le but et la conclusion de l'ouvrage.

Lombard a continué ses publications jusqu'en 1886. La plupart d'entre elles avaient été, durant plus de cinquante ans, la reproduction des communications qu'il faisait à la Société médicale de Genève, dont il faisait partie depuis 1831 et qu'il a présidée quatre fois.

Il était également un membre zélé de notre Société. Il y était entré en 1830, il en était le doyen depuis bien des années et il en a suivi les séances avec assiduité durant soixante années environ, faisant de fréquentes communications et contribuant à maintenir le contact entre les sciences physiques et naturelles et la science médicale proprement dite. Il a présidé la Société de 1868 à 1869.

Cette notice ne serait pas complète si elle ne mentionnait pas l'activité philanthropique considérable de Lombard. Il a fait beaucoup de bien dans sa longue vie, soit comme médecin, soit comme simple particulier.

C'est dans ce domaine surtout qu'il a continué à travailler dans les dernières années de sa vie. La fin est survenue subitement le 22 janvier, sans souffrances. Il s'est éteint à l'âge de près de 92 ans, sans que la caducité l'eût affaibli.

Le Dr William Crawford WILLIAMSON [1].

Le Dr William Crawford Williamson L. L. D., F. R. S., est mort à Clapham (faubourg de Londres), le 23 juin 1895, dans sa soixante dix-neuvième année. Né à Scarborough le 24 novembre 1816, il fut de très bonne heure initié à la géologie par son père qui était lui-même passionné pour cette science.

Aussi le jeune Williamson n'avait-il que dix-huit ans lorsque parut son premier écrit intitulé : *On the organic remains in the Lias of Yorkshire.* Dès cette époque il manifesta un goût et des aptitudes si prononcés pour la paléontologie végétale, qu'il fut admis à collaborer à la Flore fossile de la Grande Bretagne de Lindley et Hutton, à laquelle il n'a pas fourni moins de 32 planches. Tout en poursuivant ces recherches Williamson étudiait très sérieusement la médecine qu'il a ensuite pratiquée avec succès dans la ville de Manchester.

A la suite de l'examen microscopique de certaines boues qui lui avaient été envoyées d'Orient, il fut l'un des premiers à signaler le rôle des Foraminifères dans les formations géologiques. Son attention s'est aussi portée pendant quelque temps sur des questions de zoologie et on lui doit d'intéressantes recherches sur le développement des écailles et des dents des poissons. Mais il est surtout connu par ses nombreuses et remarquables publications relatives aux végétaux fossiles du terrain carbonifère, recherches qui ont, pour la plupart, paru dans les *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres.* Ces travaux fort estimés lui valurent plusieurs marques de distinction, notamment une médaille

[1] Je dois cette notice à la plume compétente de M. C. de Candolle.

royale en 1874 et la médaille d'or de la Société géologique de Londres, en 1890. Ses plus récentes recherches ont été faites en collaboration avec le Dr Scott du laboratoire Jadrell à Kew. Cependant il a encore publié seul, l'an dernier, un mémoire approfondi sur le développement des *Lepidodendron*.

En 1851, Williamson avait été nommé professeur de biologie et géologie de Owen's college à Manchester, poste qu'il a occupé jusqu'en 1892. A ce moment il se retira à Clapham, où il a terminé ses jours deux ans plus tard, étant encore en pleine activité scientifique malgré son âge avancé.

Louis PASTEUR[1].

Il faudrait un volume entier pour retracer la vie et l'œuvre de ce savant, l'un des plus illustres qu'ait produits notre siècle. Je vais essayer de l'esquisser[1].

Louis Pasteur est né à Dôle le 27 décembre 1822. Son père, ancien soldat décoré de Napoléon, exerçait la profession de tanneur. Il se transporta à Arbois, en 1825. Ce fut dans cette tannerie d'Arbois que le jeune Pasteur passa son enfance. Sitôt qu'il fut en âge d'être reçu demi-pensionnaire, on le mit au collège communal, et le soir son père lui servait de répétiteur; mais un goût très prononcé pour la peinture de portraits au pastel le détournait un peu de ses études. Dès qu'il fut en troisième classe, pour répondre aux conseils de son père, qui était assez ambitieux pour l'avenir de son fils, il abandonna cet art qu'il aimait et partit pour le collège de Besançon, où il fut reçu bachelier ès lettres et nommé immédiatement après maître-répétiteur. Il suivait en même temps des cours de mathématiques spéciales pour se préparer à l'Ecole normale, et il se rendait en cachette les jours de sortie, prendre quelques répétitions particulières de chimie chez un vieux pharmacien. Aux examens de l'Ecole normale il fut reçu quatorzième. Ce rang ne le satisfit pas. Il

[1] Cette biographie est due à l'obligeance de notre collègue M. le Dr Auguste Wartmann.

commença une nouvelle année de préparation à Paris même et en octobre 1843 il fut admis quatrième.

Le voici enfin dans cette École normale où il va occuper une si grande place! Les élèves suivaient alors les cours de chimie de M. Balard à l'École même et de M. Dumas à la Sorbonne. Par son enseignement magistral, Dumas fit bientôt la conquête de son jeune élève et son influence sur Pasteur se conserva jusqu'à la fin de sa carrière. Reçu agrégé des sciences physiques et naturelles en 1846, Pasteur resta pendant deux ans attaché à l'École en qualité de préparateur de chimie et fut nommé docteur en 1847; puis l'année suivante professeur au lycée de Dijon et au bout de trois mois il fut appelé comme suppléant à la chaire de chimie de la Faculté des sciences nouvellement créée à Lille. Il avait 32 ans! Trois ans plus tard Pasteur revenait à Paris prendre la direction des études scientifiques à l'École normale supérieure (1857-1867). En 1863, il fut nommé professeur de géologie physique et de chimie à l'École des Beaux-Arts, puis en 1867 professeur de chimie à la Sorbonne, chaire qu'il occupa jusqu'en 1875. Il fut élu membre de l'Académie des Sciences (section de minéralogie) en 1862.

Les premières recherches originales de Pasteur furent consacrées à des études de chimie moléculaire et de cristallographie. Reprenant les travaux de Mitscherlich, il mit au jour sa belle théorie de la *dissymétrie moléculaire*, c'est-à-dire qu'il démontra que des groupes chimiques ont une droite et une gauche, qu'on peut les opposer et non les superposer. Il séparait le paratartrate double de soude et d'ammoniaque en deux sels de dissymétrie inverse et d'action inverse sur le plan de polarisation de la lumière. Cependant, malgré la beauté des découvertes qu'il venait de réaliser dans cette branche des sciences chimiques, Pasteur ne devait pas tarder à délaisser ses premières recherches pour se livrer à l'étude des phénomènes de la vie. Un incident motiva cette orientation. C'était en 1854. Il venait d'être nommé professeur de chimie à Lille et, voulant rendre son enseignement directement utile à ses auditeurs, il résolut de consacrer une partie de ses leçons à l'étude de la *fermentation*, question

d'un intérêt majeur dans un département comme celui du Nord, où la fabrication de l'alcool, provenant de la betterave et des grains, constitue une des principales industries. Il commença par démontrer, contrairement aux opinions de Lavoisier, Lemery et Liebig, qui ne voyaient dans la fermentation qu'un phénomène chimique, que les fermentations sont bien des métamorphoses chimiques, mais provoquées par la présence d'êtres microscopiques, qui se développent et se multiplient aux dépens de certains éléments du milieu fermentescible. Il établit ainsi la nature biologique de la fermentation. Il découvrit aussi que de ces germes microscopiques ou *microbes*, les uns sont *aérobies*, les autres *anaérobies*. Cette découverte capitale, que la cellule vivante est la condition exclusivement nécessaire et suffisante de toute fermentation, fut le point de départ de deux séries de travaux. Les uns avaient pour but le triomphe de cette théorie du *panspermisme*, battue en brèche par les partisans de la *génération spontanée* ou *hétérogénèse*, représentés par Pouchet, Joly, etc. Les autres concernaient la recherche des causes qui agissent dans les maladies des liquides fermentés, puis, par extension, dans les maladies virulentes des animaux et de l'homme, et des moyens de les combattre. C'est donc de cette théorie de la fermentation que découle toute la révolution qui s'est opérée dans les sciences biologiques pendant la seconde moitié de notre siècle.

C'est par ses travaux, si beaux en même temps que si dangereux, sur les *microbes du charbon*, que Pasteur passa du domaine de la science pure dans celui de la médecine. En 1850, Royer et Davaine avaient découvert la bactéridie charbonneuse, et communiqué la maladie à des animaux sains en leur injectant du sang de rate emprunté à des animaux malades. En 1877, Pasteur parvint à séparer la *bactérie charbonneuse* du *vibrion septique* qui l'accompagne toujours et qui est la cause de la putréfaction. Il eut l'idée de faire un *bouillon de culture* avec de la gélatine et d'y cultiver la bactérie charbonneuse dans un véritable état de domestication. Il agit de même avec d'autres microbes causes de la maladie appelée *choléra des poules*. C'est alors que Pasteur fit sa belle découverte

de la *vaccination* scientifique par des *virus atténués* contre les maladies d'origine virulente, vaccination qui avait déjà été réalisée empiriquement par Jenner pour combattre la variole. C'est le hasard encore qui servit Pasteur dans cette occasion, mais il fallait un homme de génie comme lui pour utiliser ce hasard. Un jour qu'il voulait inoculer le choléra des poules à une des bêtes de son laboratoire, Pasteur ne trouva à portée de sa main qu'un tube de culture « éventé, » c'est-à-dire où l'oxygène de l'air avait pénétré. Il l'utilisa néanmoins, mais, chose étrange, la poule survécut à l'inoculation du choléra. Il semblait qu'une force extraordinaire la fortifiait contre le mal, car désormais cette poule résista aux plus violentes inoculations. Pasteur intrigué, répéta l'expérience, la varia et apprit à *atténuer* les virus, à les conduire d'une manière méthodique à un certain degré d'énergie, où, trop faibles pour empoisonner, ils sont assez forts pour vacciner. La grande découverte du siècle était faite, celle d'une *méthode* thérapeutique toute nouvelle et de la plus grande portée.

Utilisant les résultats acquis, pour l'étude de ce qui se passe dans les plaies, il démontra que tous les accidents dus à l'infection avaient leur origine dans la présence des micro-organismes. Le chirurgien Alph. Guérin, de Paris, imbu des théories de Pasteur, obtint alors chez ses opérés une série de succès inaccoutumés par l'emploi des *pansements ouatés*, qui arrêtent les germes de l'atmosphère et les empêchent d'infecter la plaie. Ensuite, Lister, d'Edimbourg, créa la méthode *antiseptique*, perfectionnée encore de nos jours grâce à l'autoclave, sous le nom d'*asepsie*, et qui permet à la chirurgie actuelle d'exécuter journellement, avec un minimum de danger, des opérations qui eussent été jugées insensées il y a vingt ans. Appliquées dans le domaine de l'hygiène, ces découvertes, sous le nom de *pasteurisation* ou *stérilisation* de l'eau, du lait, de la bière, du vin, etc. ont été un bienfait d'une portée incalculable.

Sur les instances de Dumas, Pasteur se consacra de 1866 à 1869 à l'étude des *maladies des vers à soie*, connues sous les noms de flacherie et de pébrine, causes de ruine pour plus d'une contrée. Il se rendit pour

cela aux environs d'Alais où il établit un laboratoire. Aidé de quelques collaborateurs, Duclaux, Gernez et autres, il se mit activement à l'étude et ne tarda pas à découvrir la nature parasitaire de ces affections. Il put arriver à prescrire les règles d'hygiène et de sélection qui doivent présider à cet élevage, et les ravages causés par ces maladies furent enrayés. Pour arriver à ce résultat il dut séjourner de longs mois dans une sorte de serre vitrée dont la température haute et constante ruinait sa santé. Malgré les conseils des médecins il ne voulut pas abandonner ses recherches. Quelques temps après il donnait au monde une découverte de plus, mais la moitié de son corps était paralysée!

Après le charbon et les vers à soie, on s'occupa, au laboratoire de Pasteur de la maladie, appelée le *rouget du porc*. Il découvrit alors que certains microbes, rendus violents par une inoculation sur certains animaux, deviennent par là-même inoffensifs pour une autre espèce chez laquelle ils sont habituellement mortels. C'est ainsi que le rouget du porc ne tue pas forcément un lapin, mais inoculée de lapin à lapin, la maladie devient fatalement funeste. Au contraire le virus modifié par le lapin ne tue plus le porc et lui procure une immunité parfaite contre les atteintes du microbe du rouget. La vaccination de cette maladie était donc trouvée.

Ce qui a peut-être le plus contribué à la popularité de Pasteur, ce furent ses travaux sur la *rage* qui durèrent de 1880 à 1885. Il commença par isoler le microbe de cette maladie et trouva dans les moelles du lapin et du chien son véritable terrain de culture. Puis il découvrit le moyen sûr d'inoculer le virus aux animaux. En trépanant des lapins et en leur inoculant sous les méninges une moelle rabique de chien enragé, Pasteur constata qu'ils devenaient enragés après une incubation d'une durée moyenne de 15 jours. En faisant la même opération par des virus obtenus plus virulents par la culture, la rage se déclarait au bout de 7 jours. Par contre, en opérant avec des virus atténués par une dessication calculée, il rendait les animaux ainsi traités réfractaires à la rage. Ces expériences furent répétées sur des singes, des moutons, sur des

chiens surtout et il fut reconnu que la vaccination était aussi efficace par l'inoculation du virus atténué sous la peau ou à la surface du cerveau, au moyen d'une seringue de Pravaz, que par la trépanation. Restait à expérimenter sur l'espèce humaine, et Pasteur, bien que convaincu que ses inoculations seraient pour le moins inoffensives, hésitait encore à s'y risquer quand on lui amena d'Alsace un enfant de 9 ans, nommé Meister, qui avait été mordu par un chien enragé. Très troublé, Pasteur finit par accéder à la demande des Drs Vulpian et Grancher, d'essayer sa méthode sur cet enfant presque fatalement condamné. Le 6 juillet 1885, la première inoculation était faite, et elles se succédèrent, toujours plus virulentes jusqu'au 16. Pasteur était cruellement inquiet, ses journées étaient pleines d'angoisses, ses nuits sans sommeil. Mais le 26 octobre, trois mois après le traitement, Pasteur pouvait dire à l'Académie : « Joseph Meister a échappé, non seulement à la rage que ses morsures auraient pu développer, mais à celle que je lui ai inoculée pour le contrôle de l'immunité due au traitement, rage plus violente que celle du chien des rues. » En avril 1887 le nombre des personnes traitées se montait à 726. Depuis lors des centaines ont été inoculées, toujours avec le même succès, sauf dans quelques cas où le traitement avait été institué trop longtemps après la morsure.

Si Pasteur n'a pas joui d'un bonheur parfait à cause de sa santé, il a du moins connu la gloire. Les récompenses de ses succès arrivaient en foule. Rappelons-les brièvement.

Il a reçu de la Société royale de Londres la médaille Rumford en 1856, la médaille Copley en 1874 ; du ministre de l'agriculture de l'Empire d'Autriche, en 1868, un prix de 10 000 fr. pour ses procédés contre la maladie des vers à soie. En 1875, il recevait de la Société d'Encouragement un nouveau grand prix de 12 000 fr. En 1874, sur le rapport de Paul Bert, l'Assemblée nationale vota à Pasteur une pension viagère de 12 000 fr. qui, en juillet 1883, fut élevée à 25 000 fr. Cette pension est reversible sur sa veuve et ses enfants. En 1882, des médailles lui étaient décernées, pour l'ensemble de ses travaux, par un comité comprenant

des membres de l'Académie de Médecine, de l'Académie des Sciences, par le Conseil de la Société des Arts et Manufactures, par la Société d'économie rurale russe. Chevalier de la Légion d'honneur en 1853, Pasteur avait été promu successivement : officier en 1863, commandeur en 1868, grand officier en 1878 et grand'croix le 7 juillet 1881. Il était en outre grand'croix de presque tous les ordres étrangers. La liste des diplômes dont les Universités et les Sociétés savantes avaient tenu à l'honorer est trop longue pour être rapportée ici. Il fut nommé sénateur par l'Empereur le 27 juillet 1870. Il fut reçu membre de l'Académie française en 1882, en remplacement de Littré. Son discours de réception est une véritable profession de foi spiritualiste qui obtint les plus vifs applaudissements.

De partout de nombreux malades sont venus se faire soigner au laboratoire de Pasteur installé à la rue d'Ulm, dans une dépendance de l'Ecole normale. En 1888 fut inauguré l'*Institut Pasteur*, élevé au moyen d'une souscription publique, rue Dutot 25, à Vaugirard. Ce n'est plus seulement en France, mais dans le monde entier que l'œuvre de Pasteur est utilisée. Pasteur a formé un grand nombre d'élèves, dont plusieurs sont devenus ses collaborateurs. Les noms de Duclaux, Roux, Grancher, Chamberland, Chantemesse, Nocard, Metchnikoff, etc, sont connus de chacun.

La vie de Pasteur fut celle d'un homme austère et désintéressé, voué entièrement aux recherches scientifiques. Les qualités du cœur jouaient un grand rôle chez lui. Il a conservé pendant toute sa vie un véritable culte pour la mémoire de ses parents, et il a toujours éprouvé pour ses premiers maîtres, Dumas en particulier, une reconnaissance profonde. Malgré sa grande bonté, Pasteur était un militant, ardent et passionné. On sait que ses travaux ne furent pas admis sans luttes. Il les soutint avec une vigueur acharnée contre des adversaires tenaces tels que Pouchet père, Péter, Guérin, etc. Plusieurs d'entre vous, Messieurs, ont assisté à la vive discussion qui eut lieu dans nos murs entre Pasteur et Koch, lors du Congrès d'Hygiène en 1882, après la communication de

Pasteur sur l'atténuation des virus par l'effet de l'oxygène. Mais Pasteur a eu la joie d'assister au triomphe de ses idées et le 27 décembre 1892 un éclatant hommage lui fut rendu lors du Jubilé organisé pour fêter son soixante-dixième anniversaire, jubilé à l'occasion duquel notre Société s'était honorée elle-même en le nommant membre honoraire.

Pasteur souffrait de paralysie depuis une trentaine d'années. Ses travaux, les discussions violentes qu'il eut à soutenir avaient aggravé son état. Après son jubilé, il perdit presque entièrement l'usage de la parole. Ses dernières années se passèrent à Villeneuve-l'Étang où il s'est éteint le 29 septembre 1895.

L'homme a disparu, mais son œuvre si considérable demeure et progresse encore chaque jour.

Louis RUTIMEYER.

Charles-Louis Rutimeyer est né à Diglen dans l'Emmenthal, le 26 février 1825 et a reçu de son père, le pasteur Albert Rutimeyer, toute sa première instruction. La vie à la campagne développa de bonne heure chez lui l'amour des choses de la nature et le prédisposa à sa carrière ultérieure. Depuis 1838, il suivit les écoles régulières à Berne et commença en 1843, par tradition de famille plus que par goût naturel, des études de théologie à l'Université de cette ville. Il ne négligea pas pour cela ses travaux d'histoire naturelle; il fut un des élèves préférés de Bernard Studer et il comprit bientôt que sa vocation l'appelait de ce côté. Il changea donc de faculté peu d'années après et se voua à l'étude de la médecine. Il passa ses examens d'État en 1850 et, se sentant peu porté vers la pratique médicale, il consacra les années suivantes à des voyages durant lesquels il reprit ses sujets d'étude favoris. Il travailla à Paris avec Lorillard, Elie de Beaumont, Geoffroy Saint-Hilaire, Milne-Edwards; à Londres avec Murchison, Forbes et Owen; puis il visita le Dauphiné, les Alpes-Maritimes, l'Italie et poussa jusqu'en Sicile.

De retour à Berne, en 1853, il accepta une place de maître à la « Realschule » et enseigna peu après l'anatomie comparée, comme professeur extraordinaire à l'Université. Il reçut, en 1855 déjà, un appel de l'Université de Bâle, à occuper la chaire nouvellement créée de zoologie et d'anatomie comparée qui comprenait également l'enseignement des sciences naturelles à la « Gewerbeschule. » C'est à Bâle que Rutimeyer commença réellement sa carrière professorale qu'il a poursuivie avec grand succès durant trente-huit années. Il resta fidèle à l'Université de Bâle et ne voulut jamais la quitter, malgré les appels flatteurs qu'il reçut de l'étranger et aussi de Berne.

Tout était à créer pour la chaire nouvelle de zoologie et d'anatomie comparée, et Rutimeyer y apporta tout son entrain, tout son zèle. Comme naturaliste, il n'a été, à proprement parler, l'élève de personne et son enseignement était marqué au coin d'une puissante originalité qui agissait fortement sur ses auditeurs.

Le champ principal de ses travaux a été la paléontologie, spécialement celle des mammifères. Je citerai, entre beaucoup d'autres, ses travaux sur : la faune des palafittes, les chevaux fossiles, le genre Bos, les Bovidés de la période tertiaire, sa contribution à l'histoire naturelle des Cervidés, et enfin son grand travail sur la faune éocène d'Egerkingen, publié en 1892.

La géologie proprement dite l'a également occupé, ses travaux sur la formation des vallées et des lacs, sur le Rigi, sur les périodes pliocène et glaciaire aux deux versants des Alpes, sont restés classiques. Il a fait aussi de nombreux travaux d'anthropologie, d'ethnologie et de géographie : les populations de la Suisse, la description de la Bretagne, etc. Membre actif et zélé du Club alpin suisse, il a publié plusieurs itinéraires, le Gothard, les Alpes tessinoises et d'autres.

Rutimeyer avait une érudition considérable et a fait plusieurs travaux historiques et de nombreuses biographies, entre autres celles de son ami Peter Merian, de son maître Bernard Studer, et de son fidèle collaborateur au Musée d'histoire naturelle de Bâle, Fritz Müller. Très

exact dans tout ce qu'il entreprenait, il dessinait lui-même toutes ses planches et était arrivé à développer à un haut degré le talent naturel qu'il possédait pour le dessin.

Rutimeyer occupait une position scientifique incontestée. Ses adversaires eux-mêmes avaient pour lui une profonde estime. Les honneurs ne lui ont pas manqué. Il était membre de plus de quarante sociétés savantes et faisait partie de la nôtre depuis 1876, comme membre honoraire. Il était une des personnalités marquantes de la Société des sciences naturelles de Bâle et de la Société helvétique des Sciences naturelles. Il faisait partie de la Commission du Glacier du Rhône, de la Commission de la fondation Schläfli, etc.

Durant toute sa carrière, il a travaillé à rassembler des collections de matériaux d'anatomie comparée et de paléontologie. Grâce à lui, le Musée d'histoire naturelle de Bâle est un des mieux fournis en squelettes et en fossiles. A la mort de Peter Merian, en 1883, il lui succéda dans la direction du Musée de Bâle et de sa Bibliothèque, et, durant les douze dernières années de sa vie, il a voué à cet établissement le plus clair de ses forces et de son activité. Il a continué à s'en occuper assidûment même après que la maladie l'eut forcé, en 1893, à renoncerà son enseignement.

Obligé depuis plusieurs années à voyager pour sa santé, Rutimeyer a fêté dans l'intimité, le 26 février 1895, son soixante-dixième anniversaire à Nervi. Il a reçu à cette occasion de nombreux et flatteurs témoignages d'estime, d'admiration et d'affection. Il paraissait en voie de rétablissement, lorsqu'une maladie de cœur qui s'est développée au cours de l'été dernier a mis, le 25 novembre, un terme à cette vie si active et si utilement remplie.

ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE DE LA SOCIÉTÉ

Le rapport présidentiel doit-il continuer à donner un compte rendu détaillé des travaux qui ont été présentés aux séances? Cette question s'est posée maintes fois depuis que nous publions dans les *Archives des sciences physiques et naturelles*, un *Compte rendu des séances de la Société.* L'un de vous l'a reprise à pareille époque l'année dernière; votre Comité de publication s'en est occupé et l'a discutée attentivement dans plusieurs de ses réunions.

Le compte rendu de nos séances donne évidemment un tableau plus complet et plus exact de nos travaux que ne peut le faire un rapport présidentiel, puisque chaque auteur rédige lui-même la note qui paraît dans les *Archives.* D'autre part, on peut juger désirable que nos Mémoires contiennent un aperçu de notre activité scientifique et l'on a fait ressortir l'avantage qu'il y a à ce que nos travaux paraissent coordonnés par ordre de matières dans le rapport annuel. Votre Comité s'est rangé à ce dernier avis et vous a fait la proposition de conserver ce compte rendu. Il vous a proposé en même temps que cette partie du rapport fut abrégée et, afin de lui donner plus de valeur bibliographique, d'y faire figurer, pour chaque travail, la source où se trouve la note originale de l'auteur. Vous avez adopté cette proposition dans la séance du 6 juin.

J'ai cherché à me conformer de mon mieux à cette décision et c'est dans ce sens que je termine mon rapport par un rapide aperçu des travaux qui vous ont été présentés, classés dans l'ordre suivant : Mathématiques, astronomie; météorologie, physique, chimie; minéralogie, géologie, géographie physique; botanique; zoologie, physiologie, médecine.

Mathématiques, Astronomie.

M. Lucien DE LA RIVE a fait une communication sur *la détermination des diamètres conjugués de l'ellipsoïde* par la méthode employée pour l'ellipse considérée comme la projection d'un cercle. *Archives*, t. XXXIV, p. 96.

M. DE LA RIVE a aussi présenté un travail sur l'*emploi d'une quatrième dimension en géométrie analytique*. Il a été conduit, par la question des diamètres conjugués de l'ellipsoïde à résumer les propriétés les plus élémentaires de l'espace à quatre dimensions. *Archives*, t. XXXIV, p. 102.

M. le prof. CAILLER nous a communiqué un résultat obtenu par lui dans un cas particulier du *mouvement d'une planète dans un milieu résistant*. *Archives*, t. XXXIV, p. 571.

M. le prof. CAILLER nous a encore communiqué quelques remarques *sur le problème du mouvement de deux corps qui s'attirent en raison inverse du carré de la distance et sont soumis à une résistance de milieu variant comme la 4me puissance de la vitesse*. *Archives*, t. XXXIV, p. 591.

M. Wilhelm EBERT nous a présenté une note sur une *transformation remarquable du problème des trois corps dans le plan*. *Archives*, t. XXXIV, p. 590.

Météorologie, Physique, Chimie.

M. KAMMERMANN a présenté à la Société un travail *sur quelques particularités de l'hiver 1894-1895*, où il étudiait successivement le froid intense de cet hiver, la hauteur de la neige tombée et sa durée sur le sol, enfin la congélation de la rade, en comparant ces faits aux phénomènes analogues précédemment observés. *Archives*, t. XXXIII, p. 310 et p. 393.

M. le prof. Raoul GAUTIER a communiqué les *éléments météorologiques* du mois de septembre 1895, lequel s'est distingué surtout par sa haute température moyenne : 17°.47. Dans les 70 années de la période d'obser-

vations de Genève, le mois de septembre de l'année 1834, le dépasse seul, avec 18°.35. *Archives*, t. XXXIV, p. 578.

M. Emile CHAIX nous a rendu compte des essais qu'il a faits à Jersey, à la fin d'août pour déterminer la *salinité de l'air au bord de la mer*, essais qui ont présenté un résultat absolument négatif. *Archives*, t. XXXIV, p. 579.

M. Raoul PICTET a exposé à la Société ses recherches récentes sur la *constitution moléculaire des liquides et de leurs vapeurs au point critique par la dissolution de corps solides*. Cette communication était accompagnée d'expériences desquelles M. Pictet a fait ressortir les rapports théoriques entre les pressions, les chaleurs latentes, les chaleurs spécifiques, etc., des liquides. *Archives*, t. XXXIII, p. 198.

M. Ch.-Eug. GUYE a fait une communication sur les *phénomènes d'induction dans les câbles armés* et a décrit à ce propos les expériences de M. Graizier à la station centrale d'éclairage électrique de Genève. *Archives*, t. XXXIII, p. 200.

M. C. DE CANDOLLE nous a communiqué une *lettre autographe d'Ampère*, du 16 juin 1824, au baron F. Maurice, dans laquelle Ampère expose, entre autres, ses vues théoriques sur l'analogie entre les phénomènes électriques et les phénomènes lumineux, analogie que les travaux des physiciens modernes tendent de plus en plus à confirmer. *Archives*, t. XXXIII, p. 391.

MM. F.-Louis PERROT, et F. DUSSAUD ont fait des *recherches expérimentales sur la réfraction du son*. M. Perrot en a fait part à la Société en exposant auparavant les anciennes expériences sur le sujet, faites par divers auteurs. *Archives*, t. XXXIV, p. 57 et p. 103.

M. Edouard SARASIN nous a rendu compte des principaux résultats des recherches de M. Otto Wiener sur la *possibilité de réaliser la photographie des couleurs* par la coloration des substances sensibles ellesmêmes. *Archives*, t. XXXIV, p. 573.

M. Albert BRUN nous a signalé l'observation faite par lui, cet été, pen-

dant le tir des pièces de position à Payerne, d'une interruption du bruit du canon, analogue à celle que l'on constate dans le roulement du tonnerre.

M. le D[r] Arthur GAMGEE, professeur émérite de physiologie à Owen's College, Victoria University, Manchester, nous a exposé les résultats des recherches qu'il poursuit au laboratoire de physique de l'Université de Lausanne, sur l'*absorption des rayons violets et ultra-violets par l'Hémoglobine, ses combinaisons et quelques-unes des substances qui en dérivent.* Au cours de cet intéressant exposé, illustré de projections, M. Gamgee a rendu pleine justice aux beaux travaux du regretté professeur Louis Soret sur l'absorption des rayons violets et ultra-violets par le sang. *Archives*, t. XXXIV, p. 585.

M. le prof. Ph.-A. GUYE nous a rendu compte, le 21 février, des importants travaux du Lord Rayleigh et du professeur W. Ramsay, membre honoraire de la Société, sur l'*Argon.* Il a fait l'historique de cette découverte et décrit les différentes propriétés de ce nouvel élément trouvé dans l'air atmosphérique. *Archives*, t. XXXIII, p. 218 et p. 391.

M. Ph.-A. GUYE a exposé le résultat des recherches effectuées dans son laboratoire, sur le *dédoublement d'un certain nombre de corps racémiques en isomères actifs.* Dans ces recherches, faites en collaboration avec MM. JORDAN, GOUDET et KŒNIG, l'emploi du réfractomètre a été fort utile pour contrôler la pureté des corps étudiés. *Archives,* t. XXXIII, p. 392.

M. Ph.-A. GUYE a rendu compte à la Société d'expériences entreprises, avec M. P. DO AMARAL, pour déterminer le *pouvoir rotatoire des corps à l'état de vapeur*, expériences pour lesquelles ils se sont servis d'un appareil spécial dont le tube polarimétrique a été construit à Genève. *Archives*, t. XXXIII, p. 396.

M. MARGOT a communiqué le résultat de quelques essais touchant la *coloration* que présentent parfois certains *alliages de l'aluminium. Archives*, t. XXXIV, p. 580.

M. MARGOT nous a aussi montré les effets du *cuivrage galvanique de*

l'aluminium par un procédé nouveau. *Archives*, t. XXXIV, p. 563 et p. 580.

Minéralogie, Géologie, Géographie physique.

M. le prof. DUPARC a présenté un travail fait en collaboration avec M STROESCO, étudiant au laboratoire de minéralogie, sur la détermination des *facies cristallins de la thymoquinone, bromo et iodothymoquinone et de leurs dérivés. Archives*, t. XXXIII, p. 201.

M. le prof. DUPARC en son nom et en celui de M. F. PEARCE, assistant au laboratoire de minéralogie, a communiqué une recherche sur les *formes cristallines de quelques substances minérales et organiques. Archives*, t. XXXIII, p. 204.

M. Étienne RITTER a rendu compte d'une étude qu'il a faite sur des *roches* rapportées de la *Basse-Californie* par M. Diguet et où il a retrouvé toute une série de roches éruptives anciennes et modernes. *Archives*, t. XXXIII, p. 394.

M. A. BRUN nous a montré un échantillon de morphine extrait d'un cadavre, échantillon qu'il observait de temps en temps et qui a cristallisé après cinq années.

M. DUPARC a présenté un travail fait en collaboration avec MM. PEARCE et STROESCO sur les *formes cristallographiques de la bromothymoquinone-oxyme*, dérivé qui présente des propriétés curieuses. *Archives* t. XXXIII, p. 397.

M. A. BRUN nous a communiqué le résultat de l'examen optique de nombreux cristaux et masses de *mélanite de Zermatt*, minéral déjà étudié par divers auteurs, notamment par MM. Damour et Marignac. *Archives*, t. XXXIV, p. 103.

M. A. BRUN nous a relaté quelques observations qu'il a faites sur une réaction des *chaux hydrauliques*, qui permettrait d'expliquer la formation de petits cristaux de quartz bipyramidé. *Archives*, t. I, p. 82.

M. le prof. DUPARC et M. E. RITTER ont communiqué un travail sur

le *grès de Taveyannaz et ses rapports avec la formation du flysch.* Ils ont étudié ce grès dans les trois régions de Taviglianaz, de Platé et du synclinal du Reposoir. *Archives*, t. XXXIII, p. 396 et p. 435.

M. Ch. SARASIN nous a rendu compte de deux notes du général Bourdon intéressantes pour notre pays : l'une relative à la *perte du Rhône et au Canion du Rhône*, l'autre relative à la *région du lac de Genève. Archives*, t. XXXIII, p. 472 et t. XXXIV, p. 96.

M. Ch. SARASIN nous a entretenus de la visite qu'il a faite à la fin du mois de septembre au théâtre de la *catastrophe de l'Altels. Archives*, t. XXXIV, p. 575.

M. Edouard SARASIN a exposé à la Société l'état actuel des *travaux d'étude du glacier du Rhône* et présenté quelques remarques sur l'état du glacier à différentes époques. *Archives*, t. XXXIV, p. 577.

M. le prof. DUPARC nous a communiqué les premiers résultats de nouvelles recherches entreprises sur le *versant sud du Mont-Blanc. Archives*. t. XXXIV, p. 583.

M. Émile CHAIX a montré la *carte d'une partie du désert de Platé* (Haute Savoie) carte qu'il a dressée en juillet et août 1894 à la planchette en travaillant au 1 : 5000. M. Chaix a illustré sa communication de vues photographiques de la sculpture superficielle du lapiaz. *Archives*, t. XXXIII, p. 200.

M. F.-Louis PERROT a réuni les quelques données que l'on possède sur l'*ancien lac de Chedde* qui a été comblé en 1837 par un éboulement de rochers. Il existait dans une sorte de cuvette située sur les premières pentes qui s'élèvent de l'Arve dans la direction du Dérochoir et des Fiz près de la route qui relie St-Gervais à Servoz. *Achives*, t. XXXIII, p. 394.

M. André DELEBECQUE nous a donné les premiers résultats des *analyses de l'eau du lac Léman* qu'il a faites pendant l'été de 1894 et qui prouvent qu'il existe une différence très sensible entre la composition de l'eau de la surface et de celle du fond. *Archives*, t. XXXIII, p. 208.

M. DELEBECQUE nous a parlé plus tard d'une façon générale de la *diffé-*

rence de composition chimique entre l'eau de la surface des lacs et celle des profondeurs, différence due, selon lui, non seulement à une décalcification directe par la vie organique mais surtout à l'augmentation de la température à la surface, grâce à laquelle le bicarbonate de chaux se dissocie et le carbonate de chaux se précipite. *Archives*, t. XXXIII, p. 396.

M. A. BRUN a dosé le *charriage de l'Arve* lors de la crue du commencement d'avril et il a trouvé 2.4 à 2.6 grammes par litre, tandis que le charriage a atteint 7 grammes par litre lors des fortes inondations d'il y a 4 et 6 ans.

M. Alex. LE ROYER a communiqué un travail fait en collaboration avec M. A. DELEBECQUE *sur les gaz dissous au fond du lac de Genève* et pour lequel ces messieurs ont employé un appareil ingénieux. *Archives*, t. XXXIV, p. 74 et p. 571.

M. A. DELEBECQUE nous a donné quelques renseignements sur le *lac des Rousses* qu'il a exploré le 25 juin 1895. *Archives*, t. XXXIV, p. 583.

M. A. DELEBECQUE nous a aussi parlé de l'*origine probable des lacs du Jura*, origine qu'il trouve dans l'existence de fissures incomplètement bouchées. *Archives*, t. XXXIV, p. 584.

Botanique.

M. le prof. CHODAT a présenté ses nouvelles observations sur le *Pleurococcus vulgaris*, observations qui confirment ce qu'il avançait dans son mémoire antérieur (*Bull. Herb. Boissier*, t. II, p. 612-616). *Archives*, t. XXXIII, p. 196.

M. CHODAT a fait, au nom de Madame BALICKA, D^r^ ès sciences, une communication sur la *structure des Cyanophycées* et spécialement des genres *Tolypothrix*, *Rivularia*, *Oscillatoria* et *Stigonema*. *Archives*, t. XXXIII, p. 206.

M. CHODAT nous a aussi entretenus des travaux de M. Dangeard sur la *fécondation des champignons*. *Archives*, t. XXXIII, p. 393.

M. C. DE CANDOLLE a fait une communication sur la *vie latente des*

graines. Des graines de blé, d'avoine, de fenouil, de lobelia et de sensitive ont été exposées à de très basses températures durant un temps prolongé, par les soins de M. Alexandre Marcet à Liverpool. Les premières n'ont subi aucune altération, mais un assez grand nombre de graines de lobelia et de sensitive n'ont pas pu germer. *Archives*, t. XXXIII, p. 497 et t. XXXIV, p. 96.

M. BRIQUET a présenté une *contribution à l'histoire biologique des Labiées*, où il a décrit l'organisation des fleurs de labiées qui présentent le type papilionacé. *Archives*, t. XXXIV, p. 97.

M. CHODAT nous a communiqué ses recherches sur la *Richneriella Schmidle*. Il en résulte que cette algue doit être placée dans le voisinage immédiat des Raphidium et Selenastrum. *Archives*, t. XXXIV, p. 104.

M. M. MICHELI a signalé la floraison dans son jardin d'une nouvelle espèce d'iris dont les graines ont été envoyées du Yunnan au Muséum de Paris, par l'abbé Delavay, espèce que M. Micheli a décrite sous le nom de *Iris Delavayi*. *Archives*, t. XXXIV, p. 572.

M. CHODAT a présenté le résumé d'un travail entrepris en collaboration avec M. F. LENDNER sur les *mycorhizes endotropiques du Listera cordata*. *Archives*, t. XXXIV. p. 572.

M. BRIQUET a fait une communication sur la biologie florale du *Dianthus inodorus*, espèce non seulement douée de protérandrie mais aussi gynodioïque. *Archives*, t. XXXIV, p. 580.

M. CHODAT nous a parlé de deux algues flottantes qui constituent des fleurs d'eau. L'une est l'*Oscillatoria rubescens* du lac de Morat et l'autre le *Botryococcus Braunii* des lacs de Zoug et de Constance. *Archives*, t. XXXIV, p. 582.

M. BRIQUET a communiqué à la Société la suite de ses recherches sur la biologie florale dans les Alpes maritimes et a traité de l'*Eryngium alpinum*, superbe ombellifère qui est un bel exemple de protérogynie. *Archives*, t. XXXIV, p. 591.

M. BRIQUET a fait hommage à la Société d'un exemplaire de son ouvrage intitulé : « Les Labiées des Alpes maritimes. » Cet important tra-

vail a paru dans les « Matériaux pour servir à l'histoire de la flore des Alpes maritimes » de M. Emile Burnat. *Archives*, t. XXXIV, p. 592.

M. Briquet a fait part à la Société de la découverte d'un hybride nouveau de la famille des Ombellifères dû au croisement des *Buplurum longifolium et ranunculoides. Archives*, t. I, p. 82.

Zoologie, Physiologie, Médecine.

M. Henri de Saussure a signalé une communication de M. le prof. Möbius de Berlin sur une espèce de nid d'un poisson entièrement pélagique. *Archives*, t. XXXIII, p. 197.

M. Preudhomme de Borre, a donné lecture de fragments de lettres de M. de Weyers qui séjourne depuis longtemps à Sumatra, lettres qui sont doublement intéressantes au point de vue entomologique et géographique.

M. Bedot a communiqué quelques faits relatifs à l'étude des *Nématocystes*, spécialement dans le cas du *Tremoctopus microstoma. Archives*, t. XXXIV, p. 581.

M. Preudhomme de Borre, nous a présenté quelques réflexions sur un fait signalé par la *Revue scientifique* et relatif à l'importation involontaire aux États-Unis, avec des livres, d'un petit coléoptère européen, l'*Anobium hirtum*, qui se multiplie dans une proportion effrayante. *Archives*, t. XXXIV, p. 581.

M. le prof. Dr Gosse a rendu compte des essais qu'il a faits sur les *effets de la poudre sans fumée* à courte distance en avant de la bouche d'un fusil modèle Rubin (1889). *Archives* t. XXXIII, p. 197.

M. le Prof. Dr D'Espine a présenté une note sur un *Streptocoque retiré du sang et de la gorge* dans un cas de scarlatine typique. Il y a présomption que ce microbe est la cause même de la maladie. *Archives*, t. XXXIV, p. 97.

M. le prof. Schiff nous a fait une intéressante communication sur les *fonctions du pancréas et de la rate. Archives*, t. XXXIV, p. 98.

M. le Dr W. MARCET a fait une communication illustrée de projections sur l'*influence de l'exercice de la volonté sur la respiration et sur la contraction musculaire. Archives*, t. XXXIV, p. 573.

M. Edouard SARASIN, à propos de la mort de Pasteur, a attiré l'attention de la Société sur un article paru en 1799, à Genève dans la *Bibliothèque britannique* d'où il résulte que ce sont les rédacteurs de cette publication qui ont créé le mot de *vaccine. Archives*, t. XXXIV, p. 577.

M. le Dr Paul BINET nous a communiqué un mémoire important sur la *toxicologie comparée des phénols. Archives*, t. XXXIV, p. 589. *Revue médicale de la Suisse romande*, 1895, Nos 11 et 12.

M. le Dr SULZER nous a parlé de *quelques particularités de la vision binoculaire* qui se manifestent dans l'observation au stéréoscope et qui viennent à l'appui de l'hypothèse que les centres cérébraux de la vision binoculaire sont autres que ceux de la vision monoculaire. *Archives,* t. I, p. 81.

Si vous joignez à ces soixante-cinq communications, un certain nombre de comptes rendus d'ouvrages faits par plusieurs de nos membres, vous conclurez, Messieurs, de ce résumé bien court et bien aride, que les anciennes traditions de travail, qui ont fait l'honneur de Genève, se perpétuent aujourd'hui encore au sein de notre Société !

RAPPORT

DU

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

POUR

L'ANNÉE 1896

PAR

M. C. de CANDOLLE

Messieurs et très honorés collègues,

Arrivé au terme de la présidence à laquelle vous m'aviez fait le grand honneur de m'appeler pour la troisième fois, il me reste à vous rendre compte de la marche de la Société de physique et d'histoire naturelle pendant l'année qui vient de s'écouler. Je commencerai par vous parler de ce qui concerne son administration et les changements survenus dans son personnel. Ensuite je récapitulerai les travaux qui ont occupé nos séances et enfin la dernière partie de mon rapport sera consacrée aux notices biographiques de ceux de nos collègues que nous avons eu la douleur de perdre dans le courant de l'année.

Personnel et Administration.

Dans la séance du 23 janvier dernier, vous avez élu comme Vice-Président M. *M. Bedot*, qui occupera la présidence pendant cette année, vous avez confirmé M. *A. Rilliet* dans les fonctions de secrétaire du Comité de publication et vous avez remplacé les membres sortants de ce Comité par MM. CAILLER et Louis PERROT.

Deux de nos *associés libres :* MM. *Preudhomme de Borre* et *Etienne Ritter* ont été nommés *membres ordinaires* de la Société. D'autre part, nous avons eu à déplorer la mort de trois *membres ordinaires :* le prof. MULLER, le prof. SCHIFF et le Dr Paul BINET, de deux *membres honoraires :* le général Menabrea et le professeur du Bois-Reymond et de trois *associés libres :* MM. *Philippe Duval*, *Amédée Lullin* et le Dr *Auguste Brot.*

A l'occasion du jubilé de l'illustre physicien LORD KELVIN, vous avez élu ce savant au nombre des *membres honoraires* de notre Société et vous avez chargé votre bureau de lui faire parvenir une adresse de félicitations.

Une adresse cordiale a aussi été envoyée de votre part à la SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE ZURICH qui a célébré le 150me anniversaire de sa fondation au mois d'août dernier.

La deuxième partie du tome XXXII de nos mémoires in-4° est actuellement sous presse. Deux travaux faisant partie de ce volume ont paru en tirage à part, à savoir : les recherches de Mlle SCHÉPILOFF *sur les nerfs de la 8e paire crânienne et sur les fonctions du cerveau et de la moelle chez les grenouilles,* ainsi que les recherches du Dr J. BRIQUET sur les *phrymacées*, *stilboïdées*, *chloanthoïdées* et *myoporacées.*

Le premier supplément au catalogue des publications des membres de la Société a paru dans le courant de l'été, à temps pour figurer à l'Exposition nationale. Ce supplément, de 160 pages in-8°, complète le catalogue précédent en ce qui concerne les travaux des membres décédés depuis 1883. En outre, il comprend les publications de tous les *membres ordinaires* reçus depuis cette date, ainsi que celles de plusieurs *associés libres.*

Il avait été décidé que notre Société prendrait part à l'Exposition nationale qui a eu lieu à Genève l'été dernier et vous aviez désiré que sa participation revêtît un caractère historique propre à mettre en relief la part considérable de la science genevoise dans le développement moderne des sciences. A cet effet, vous aviez remis le soin d'organiser votre exposition à une commission spéciale composée de MM. C. de CANDOLLE, Paul VAN BERCHEM et Alexandre LE ROYER. Celle-ci a fait de son mieux pour remplir le mandat que vous lui aviez donné et je vais résumer brièvement les résultats de ses travaux.

Conformément à ce que vous aviez décidé, c'est dans une salle spéciale attenant à l'exposition de la Société helvétique des sciences naturelles qu'a été installée celle de notre Société. Si cette exposition nous a imposé d'assez fortes dépenses, en revanche nous avons tout lieu de croire qu'elle a intéressé le public et qu'elle a atteint le but que nous nous étions proposé. En tout cas je suis heureux d'avoir à rappeler ici que le jury a décerné une *médaille d'or* à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

Dans son ensemble notre exposition se composait : d'une bibliothèque, d'une vitrine renfermant divers instruments de physique sur lesquels je reviendrai tout à l'heure, enfin de nombreuses cartes, planches et tableaux graphiques. En outre, la salle était décorée au moyen des portraits et des bustes d'un grand nombre des anciens membres de la Société.

La bibliothèque renfermait le recueil complet des trente-deux volumes de nos mémoires in-4°, les onze volumes des comptes rendus de nos séances, le catalogue des publications avec son premier supplément et enfin les plus importants des ouvrages publiés par les membres actuels de la Société et par leurs devanciers.

La partie la plus remarquée de notre exposition était sans contredit la grande vitrine dans laquelle se trouvait la collection des instruments qui ont servi aux principales recherches expérimentales des savants genevois ayant fait partie de la Société de physique depuis sa fondation

jusqu'à nos jours. Ces instruments avaient été mis à notre disposition par leurs divers propriétaires actuels et je me plais à leur adresser ici nos plus vifs remercîments. MM. Le Royer et Van Berchem ont bien voulu se charger spécialement de l'arrangement de cette belle collection. Grâce aux explications à la fois concises et claires dont ils avaient eu soin de munir tous les appareils, les visiteurs pouvaient aisément comprendre l'emploi et la portée scientifique de chacun d'eux. Le tableau suivant, que je dois à l'obligeance de M. P. Van Berchem, donne l'idée exacte de la composition de cette collection.

Inventeurs ou anciens propriétaires.	Noms des appareils. Observations et bibliographie.	Propriétaires actuels[1].
D. Colladon.	**Galvanomètre** avec lequel il a : 1° démontré que l'électricité produite par une machine à frottement agissait sur l'aiguille aimantée, comme l'électricité des piles. 2° mesuré au Collège de France le courant dû à l'électricité atmosphérique. Orages des 4 et 6 août 1826. V. *Mém. Acad. des sciences*, t. X, p. 74.	*Cabinet de physique de l'Université*[2].
Id.	**Appareil pour démontrer que les cylindres électro-magnétiques se comportent comme l'aiguille aimantée** qui est entraînée par la rotation d'un disque de cuivre. Exp. d'Arago. V. *Mém. Acad. des Sc.*, 4 sept. 1826.	*Id.*
Id.	**Cornet acoustique** avec lequel l'auteur a pu entendre à 35 kilomètres entre Nyon et Montreux (lac de Genève) les coups frappés sur une cloche plongée dans l'eau, à 3 m. de profondeur. Mesure de la vitesse du son dans l'eau. Nov. 1826. V. *Mém. Acad. des Sc.*, t. V.	*Id.*
Id.	**Appareil pour éclairer un jet d'eau**. 1er essai de fontaines lumineuses. *C. R. Acad. des Sc.*. oct. 1841.	*Id.*
Id.	**Deux premiers modèles de perforatrices à air comprimé** en vue du percement du Mont-Cenis. Ces machines, construites en grand, furent expérimentées à	*Id.*

[1] Nous avons adopté l'ordre alphabétique pour les noms des inventeurs et l'ordre chronologique pour les appareils appartenant à la même personne.

[2] Plusieurs des appareils de D. Colladon ont été offerts par sa famille au Cabinet de physique de l'Université à l'occasion de l'Exposition.

Inventeurs ou anciens propriétaires.	Noms des appareils. Observations et bibliographie.	Propriétaires actuels.
	Étrembières (Salève) le 30 juin 1857, pour la première fois, et le 17 juillet 1858, en présence de M. de Cavour. V. *Mémoires de D. Colladon*, p. 357.	
D. Colladon.	**Cornet acoustique** pour personnes sourdes.	*Cabinet de physique de l'Université.*
Id.	Modèle en bois de **compresseur pour les gaz solubles dans l'eau.**	
Id.	Appareil pour la démonstration des **Trombes ascendantes.** V. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 1879.	*Id.*
Id.	Son **audiphone.** V. *C. R. Acad. des Sc.*, janv. 1880.	*Id.*
Général H. Dufour.	Modèle de la première machine pour bateau à vapeur utilisée sur le lac de Genève. 1825.	*Id.*
Alph. Favre.	**Expériences sur les effets de refoulements ou écrasements en géologie,** 4 modèles obtenus en étirant à 60 cm. une plaque de caoutchouc de 40 cm. de long et en la laissant revenir à sa longueur primitive après l'avoir recouverte d'argile. Ces spécimens confirment l'idée que les montagnes doivent leur origine non au soulèvement, mais au retirement. Cette action a été produite par le raccourcissement du rayon terrestre par suite du refroidissement et doit avoir été très lente. V. *Arch.*, t. LXII, 1878.	*Musée d'Hist. naturelle.*
H. Fol et E. Sarasin.	Appareil pour l'étude de la **pénétration de la lumière du jour dans les profondeurs des lacs et des mers.** V. *Arch.*, 1884 et 1885.	*E. Sarasin*[1].
Id.	**Chaîne et châssis photographique** avec ouverture automatique pour l'appareil ci-dessus.	*Id.*
Adolphe Perrot.	**Tube avec fils de platine** pour l'analyse de l'étincelle Rhumkorff. V. *Ann. Chimie et Physique*, 3e s., t LXI. p. 161, 1859.	*L. Perrot.*
Id.	**Appareil tournant pour l'étincelle de Rhumkorff** entre des étincelles en mouvement. V. *Arch.*, t. VII, pl. I, p. 334, 1860.	*Id.*
Id.	**Deux brûleurs** ayant servi aux premiers essais du four Perrot. *Bulletin Soc. chim. Paris*, 2e s., t. VII, p. 322, 1866-67.	*Id.*
Id.	**Échantillon de peinture céramique** au grand feu sur émail cru. Cuisson effectuée dans un *four Perrot*,	*Id.*

[1] Donné au Cabinet de physique de l'Université après l'Exposition.

Inventeurs ou anciens propriétaires.	Noms des appareils. Observations et bibliographie.	Propriétaires actuels.
	adaptée par l'inventeur à la cuisson céramique par le gaz. — Atelier A. Perrot et E. Mayor à Genève 1873-1887.	
M.-A. Pictet.	**Cloche et thermomètre** qui lui ont servi pour l'étude de la chaleur rayonnante. V. *Essai de physique*, t. I, M.-A. Pictet, 1802.	*Cab. de physique de l'Université.*
Aug. de la Rive.	**Lames dorées par lui en mars 1840** au moyen du courant voltaïque. Première application de la galvanoplastie, découverte couronnée par l'Acad. des Sc. de Paris. V. *Bibl. univ.*, 1840.	*L. de la Rive.*
Id.	Bobine d'induction avec **premier interrupteur par aimantation**. V *Traité d'électricité* A. de la Rive, t. I, p. 393 et *Mém. Soc. Phys.*, t. XI, p 227, 1846.	*Id.*
Id.	**Ballon pour la rotation de l'effluve électrique** par l'action d'un aimant. Premier appareil ayant reproduit l'aspect de l'aurore boréale. V. *Arch.* 1858.	*Id.*
Id.	**Ballon pour la rotation de l'effluve électrique** par l'action d'un électro-aimant, a servi à reproduire l'aspect de l'aurore boréale. V. *Arch.*, 1858.	*Id.*
Gaspard de la Rive.	**Flotteurs** pour l'étude de l'action électro-magnétique sur les courants. V. *Bibl. univ*,, 1821.	*Cab. de physique de l'Université.*
Id.	**Premier voltamètre** (voltmètre) fondé sur les effets caloriques de la pile. V. *Traité d'électricité* A. de la Rive, t. 1, p. 30.	*Id.*
Ed Sarasin et L. de la Rive.	**Deux résonateurs** avec lesquels ils ont établi que la vitesse de transmission des ondes électriques était la même que celle de la lumière. V. *Arch.*, 1893.	*Ed. Sarasin et L. de la Rive.*
H.-B. de Saussure	Deux de ses **hygromètres à cheveux**, exemplaires originaux. V. son *Essai sur l'hygrométrie*, 1783.	*H. de Saussure.*
Id.	Son **Électroscope**. V. *Voyage dans les Alpes*, 1779-96.	*Id.*
Id.	Son **Électromètre**. V. *Voyage dans les Alpes*, t, II, p. 165, 175, 1779-96.	*Id.*
Id.	**Baromètre** qui lui a probablement servi dans ses voyages dans les Alpes.	*Id.*
Id	Une **alidade à boussole** lui ayant appartenu et d'un beau travail.	*Id.*

Inventeurs ou anciens propriétaires.	Noms des appareils. Observations et bibliographie.	Propriétaires actuels.
SAUSSURE. H.-B. DE	Un **anémomètre** lui ayant appartenu.	*Cab. de physique.*
SENEBIER.	Un **anémomètre** lui ayant appartenu.	*Id.*
J.-L. SORET.	Appareil pour la détermination de la **densité** de **l'ozone.** V. *Arch.*, déc 1862.	*Ch. Soret.*
Id.	**Petit actinomètre** transportable avec sa boîte. A servi pour l'étude de la radiation solaire au sommet du Mt-Blanc. *C. R. de l'Acad. des Sc.*, t. LXV, p. 528. 1867.	*Id*
Id.	**Lunette** pour l'observation de la diffusion et de la polarisation de la lumière dans l'eau. V. *Arch.*, mai 1869.	*Id.*
Id.	**Grand actinomètre** avec ses 4 thermomètres. V. *Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Bordeaux*, 1872.	*Id.*
Id.	**Lunette** dans laquelle les lentilles sont remplacées par des réseaux circulaires à traits concentriques convenablement espacés. V. *Arch.*, Avril 1875.	*Id.*
Id.	Appareil pour étudier l'absorption des rayons ultra-violets avec **spectroscope à oculaire fluorescent.** V. *Arch.*, juin 1885.	*Id.*
E. WARTMANN.	**Régulateur pour l'arc électrique.** V. *Arch.*, t. I, 1842-50.	*Cab. de physique*
Id.	**Interrupteur de courant.** Première construction de ce type. V. *Traité d'électricité*, A. de la Rive, t. I, p. 402.	*Id.*
Id.	**Duplex**, appareil permettant de faire passer simultanément deux dépêches par un même fil. V. *Arch.*, t. XXXI, p. 193, 1856.	*Id.*
Id.	**Rhéolyseur** servant à faire varier rapidement, de zéro à un maximum, l'intensité d'un courant dérivé. V. *Mém. Soc. de Phys. et d'Hist nat.*, t. XXVI et *Arch.*, 1882.	*Id.*
Abraham TREMBLEY.	**Microscope** qu'il utilisa pour son *Mémoire pour servir à l'histoire d'un genre de Polype d'eau douce à bras en formes de cornes*, ouvrage qui fixait une limite entre le règne animal et le règne végétal. Cette publication lui valut le titre de membre de la Société royale de Londres et de l'Académie royale des sciences de Paris. Ce mémoire parut en 1744, le microscope est donc antérieur d'un demi-siècle à la fondation de notre Société, mais il a paru intéressant de faire figurer à l'Exposition le plus ancien instrument de physique qu'il ait été possible de retrouver à Genève.	*G. Trembley.*

ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE DE LA SOCIÉTÉ

Me conformant à la décision prise, il y a deux ans déjà, au sujet de cette partie du rapport annuel, je me bornerai à résumer ici très sommairement les communications qui nous ont été faites, en ayant soin d'indiquer l'article de nos comptes rendus imprimés et les autres publications qui se rapportent à chacune d'elles. J'ajoute que l'activité de notre Société s'est forcément ressentie, cette année, du fait que beaucoup d'entre nous ont dû donner presque tout leur temps aux travaux des groupes de l'Exposition nationale pour lesquels leurs services avaient été requis. Je vais maintenant passer en revue, dans l'ordre habituel, les diverses branches des sciences dont s'occupe notre Société.

Mathématiques.

M. C. CAILLER a fait une communication sur *une méthode de calculer les invariants des formes différentielles homogènes et quadratiques par rapport à la fonction et à ses dérivées. Archives* 4e pér. t. II, p. 90.

Météorologie, chimie, physique.

M. Raoul GAUTIER a présenté des remarques sur les éléments météorologiques du mois de septembre de l'année 1896, année qui a été particulièrement humide à Genève. Il nous a entretenus des phénomènes météorologiques de la journée du 25 septembre, caractérisée par une baisse exceptionnelle du baromètre.

Dans la même séance M. AURIOL a rendu compte des effets du vent violent qui a régné ce jour-là. *Archives,* 4e pér., t. II, p. 649-650.

M. J. PIDOUX a communiqué quelques faits relatifs à la recoloration des Alpes après le coucher du soleil. *Archives*, ibid., p. 663.

M. Amé PICTET a communiqué les premiers résultats de recherches

qu'il a entreprises avec M. Crépieux sur la constitution de la *nicotine*. Ces savants sont arrivés à reproduire par voie de synthèse un corps identique à la *nicotyrine* qui est un des produits d'oxydation de la *nicotine*. *Archives,* ibid., p. 478.

M. Ph.-A. Guye nous a communiqué les résultats des diverses recherches qu'il a faites :

1° avec M. Jordan, sur la *dispersion rotatoire*, au moyen du dispositif des cuves filtrantes de M. Landolt.

2° avec M. Goudet, sur *la superposition des effets optiques des carbones asymétriqnes dans une même molécule active.*

3° avec M. Guerchgorine, sur *les pouvoirs rotatoires des corps isomères appartenant aux séries propylique, isopropylique, butylique, isobutylique, secondaires.*

4° avec Mlle J. Welt, sur *la mesure des déviations polarimétriques et les indices de réfraction de diverses solutions de corps actifs. Archives,* 4e pér., t. I, p. 476.

5° avec M. Finkelstein, *sur un certain nombre de corps actifs nitrés*, soit les éthers nitrés d'éthers lactiques, maliques et tartriques. *Archives*, 4e pér., t. II, p. 91.

M. L. Soret a rendu compte des résultats obtenus dans son laboratoire par :

1° MM. Arnold Borel et Eug. Dumont dans une étude *de la réfraction des solutions bleues et vertes d'aluns de chrome. Archives*, ibid., p. 480.

2° par M. V. Agafonoff, *sur l'absorption des rayons ultra-violets par les corps cristalisés. Archives*, ibid., p. 349.

M. L. Soret nous a aussi montré à diverses reprises, les épreuves radiographiques qu'il a obtenues au moyen des rayons Rœntgen. Une de ces épreuves présentait une particularité remarquable causée par la présence d'un ressort métallique servant à fixer la plaque sensible. *Archives*, 4e pér., t. I, p. 484.

M. Ed. Sarasin a présenté de la part de M. Birkeland un mémoire *sur un spectre des rayons cathodiques. Archives*, 4e pér., t. II, p. 545.

M. Margot a montré des plaques d'alliage d'étain et d'aluminium sur lesquelles il a tracé des inscriptions ou fait des empreintes au moyen de timbres en caoutchouc, en se servant, au lieu d'encre, de solutions des chlorures de calcium ou de lithium. *Archives*, ibid., p. 656.

M. Albert Brun a communiqué les résultats de mensurations effectuées sur les *variations de l'indice de réfraction du quartz provoquées par la calcination*, *Archives*, t. II, p. 657.

M. Ch.-Eug. Guye a fait une communication sur *l'emploi des coefficients de capacité et de selfinduction par unité de longueur dans les calculs de la propagation du courant électrique*. *Archives*, 4e pér., t. I, p. 273.

M. Rilliet a rendu compte d'expériences faites dans son laboratoire par M. Dumont *sur la décharge des corps électrisés à l'aide des rayons Rœntgen*, et sur la méthode que fournit ce phénomène pour déterminer la transparence des corps. *Archives*, 4e pér., t. I, p. 278.

Mlle Catherine Schépiloff a présenté une note relative à un procédé économique et ingénieux qu'elle a imaginé pour préserver de l'humidité les habitants des sous-sols. *Archives*, ibid., p. 488.

M. Henri Dufour nous a fait part de ses recherches sur l'action électrique des rayons Rœntgen. *Archives*, 4e pér., t. I, p. 91.

M. Th. Lullin a montré des reproductions photographiques de diverses pièces de monnaie, photographies qu'il a obtenues au moyen de décharges électriques, d'après le procédé de MM. Ducretet et Boudet. *Archives*, 4e pér., t. I, p. 484.

Dans une autre séance il nous a communiqué les résultats de ses observations *sur les bulles d'air qui se forment lors de la chute d'un filet d'eau dans un vase rempli d'eau*, résultats dont il a réussi a obtenir des photographies instantanées. *Archives*, 4e pér., t. II, p. 92.

Minéralogie, géologie, géographie physique.

M. Duparc a communiqué les résultats de son travail d'ensemble sur les roches éruptives de la chaîne de Belledone. *Archives*, 4e pér., t. I, p. 487.

Il nous a parlé de l'application qu'il a faite de la méthode de Deville, c'est-à-dire l'attaque par la chaux, à l'analyse des silicates, ce qui permet d'analyser ces corps beaucoup plus rapidement que par la méthode ordinaire. *Archives*, ibid., t. II, p. 96.

M. DUPARC a aussi communiqué les diagnoses de quelques roches intéressantes telles que la *microgranulite basique* passant à l'*orthophyse micacé*, le *nodule micacé* et *amphibolique* dans *une granulite de l'Oisans*, la *granulite amphibolique* du mont Thabor. *Archives*, ibid. t. I, p. 478.

Enfin, il a résumé les recherches qu'il a faites avec M. PEARCE sur le versant S.-E. du massif du Mont-Blanc, recherches qui seront publiées dans les *Archives*.

M. P. PEARCE a communiqué un travail sur *l'utilisation de deux zones de symétrie pour la détermination des feldspaths, lorsque ceux-ci sont maclés suivant les macles de l'albite et de Carlsbad*.

M. DELEBECQUE a fait une communication *sur les ravins sous-lacustres des fleuves glaciaires*. Il a fourni une explication de l'absence de pareils ravins dans les lacs des Quatre-Cantons, de Brienz et dans le lac Majeur. *Archives*, ibid., t. I, p. 485.

M. le Dr GOSSE a communiqué les coupes qu'il a relevées pendant les mois de novembre et décembre 1896 dans les terrains au sud de la rue du Vieux-Collège, mis au jour par les travaux exécutés dans un jardin du n° 4 de cette rue. *Archives*, ibid., t. III, p. 74.

Zoologie, Physiologie, Médecine.

M. V. FATIO nous a entretenus des Corégones trouvés morts dans les lacs de Sarnen et de Lungern d'où ces poissons ont disparu depuis longtemps. A ce propos, il a présenté des considérations intéressantes relatives à l'histoire des Corégones de la Suisse. *Archives*, 4e pér., t. I, p. 275.

M. Eugène PITARD nous a communiqué ses observations sur les migrations des *Entomostracés* pélagiques dans les lacs *Léman*, de *Joux*, *Brenet*, *Rousses*, *Taney*, *Lovenex*, *Chavonnes*, *Zurich*, *Lowertz*. Il nous a entretenus des recherches préliminaires qu'il a faites sur les rapports

volumétriques qui peuvent exister entre le cube d'un lac et la quantité d'organismes que renferme ce lac. *Archives*, 4[e] pér., t. II, p. 653-656.

Il a aussi fait une communication sur le plankton du lac des *Chavonnes* et une autre sur le plankton des lacs de *Lowertz*, de *Joux* et *Brenet* et il a fourni la liste des espèces pélagiques recueillies dans ses pêches. *Archives*, ibid., t. III, p. 64.

M. Arnold PICTET a présenté un travail sur le développement des ailes des Lépidoptères qu'il a observé chez le *Lasiocampa quercifolia*. La méthode qu'il a employée pour l'étude de la position des nervures pendant le développement des ailes, consistait à arrêter artificiellement ce développement à ses diverses phases. *Archives*, ibid., t. III, p. 61.

M. le D[r] PREVOST a fait une communication relative à l'action physiologique de la coronilline extraite de plusieurs espèces de coronilles. Ses recherches ont confirmé celles de MM. SCHLAGDENHAUFEN et REEB de Nancy, en montrant que la coronilline exerce sur le cœur une action toxique analogue à celle de la digitaline. *Archives*, ibid., t. I, p. 82; *Rev. méd. Suisse rom.*, t. XVI, p. 5.

Le même membre a rendu compte des recherches faites dans son laboratoire par son élève M. Frédéric BATELLI dont elles constituent la thèse inaugurale intitulée : *Influence des médicaments sur les mouvements de l'estomac. Contribution à l'étude de l'innervation de l'estomac.* Ces recherches sont résumées dans : *Archives*, 4[e] pér., t. II, p. 93.

M. PREVOST enfin a communiqué le résultat d'expériences faites en collaboration avec M. RADZIKOWSKI, son assistant, *sur l'influence de la section de la moelle épinière dans sa région cervicale, sur la réplétion du cœur paralysé par l'électrisation.* Ces expériences conduisent à attribuer au tonus vasculaire un grand rôle dans le passage du sang, du système veineux dans l'oreillette droite. *Archives*, 4[e] pér., t. III, p. 75; *Comptes rendus Acad. sc.*, t. CXXIV, p. 160.

Le prof. SCHIFF a présenté une étude sur l'influence des nerfs sur la digestion stomacale. La principale conclusion de ces recherches est que les nerfs de l'estomac président non à la formation mais à l'expulsion du suc digestif vers l'intestin. *Archives*, ibid., t. I, p. 268.

Dans une autre séance, il nous a fait part des premiers résultats d'une étude de la thermogénèse dans les muscles.

M. Preudhomme de Borre a signalé la capture qui venait d'être faite en Belgique d'un hémiptère extrêmement rare, le *Pyrrhocoris marginatus* Kolenati, du Caucase dont on n'avait jusqu'alors rencontré en Europe que deux exemplaires. *Archives*, ibid., t. I, p. 272.

M. Th. Flournoy a communiqué la suite de ses observations de psychophysique sur les types de réaction simple dont il avait déjà entretenu la Société il y a quelques années. *Archives*, ibid., p. 475.

M. le Dr Marcet a fait une communication relative à l'influence qu'exerce sur la respiration de l'homme la concentration de la volonté sur un mouvement musculaire non effectué. Il a aussi décrit un nouveau calorimètre de son invention, destiné aux recherches de calorimétrie humaine. *Archives*, ibid., t. II, p. 647.

Botanique.

M. Chodat a communiqué ses recherches sur l'évolution des *Cœlastrum* et du *Polyedrum trigonum* dont il a obtenu, par la culture, des modifications importantes. *Archives,* 4e pér., t. I, p. 483; *Bull. herb. Boissier*, t. IV, p. 273.

Il a fait part de ses recherches sur l'*Oscillatoria rubescens* du lac de Morat. A cette occasion, il a indiqué un procédé pour mettre facilement en évidence les bulles d'air contenues dans les vacuoles à gaz grâce auxquelles l'algue peut flotter et il a fourni de nouvelles données sur les propriétés optiques de la matière colorante de cette espèce. *Archives*, ibid., t. I, p. 283.

A propos d'une récente publication de M. Klebs, M. Chodat a repoussé les critiques que ce savant lui a adressées au sujet de ses cultures d'algues et il a déclaré maintenir tout ce qu'il avait précédemment avancé au sujet de l'évolution du *Pleurococcus*. *Archives*, ibid., t. III, p. 70.

M. Chodat nous a aussi rendu compte des expériences faites dans son laboratoire par M. Lendner sur *l'influence de la lumière dans le développement des sporanges et des conidies chez les Mucédinées. Archives*, ibid., t. i, p. 281.

M. Briquet a communiqué des recherches expérimentales *sur les modifications produites par la lumière dans le géotropisme des stolons des menthes.* Il a constaté que la lumière transformait dans ce cas un diagéotropisme en épigéotropisme. *Archives,* ibid., t. i, p. 274.

Dans une autre séance, il a résumé des recherches poursuivies depuis quelques années sur l'anatomie comparée de l'appareil végétatif de plusieurs groupes de gamopétales peu étudiées jusqu'ici sous le rapport anatomique. Ces recherches approfondies viennent de paraître dans le tome xxxii, 2e partie de nos Mémoires. On en trouve un résumé dans *Archives*, 4e pér., t. i, p. 277.

M. Briquet a aussi fait une communication *sur les concrescences et les soudures dans l'androcée des Labiées. Archives*, ibid., t. ii, p. 660.

Il a indiqué un cas de fasciation compliquée d'une tripartition de la fleur chez le *Ranunculus bulbosus. Archives*, ibid., t. i, p. 384.

Enfin, il a exposé les éléments d'une nouvelle classification du genre *Sphacele* de la famille des Labiées. *Archives*, ibid., t. iii, p. 63.

M. Tswett a présenté par l'entremise de M. Briquet une note sur l'emploi des permanganates dans la microtechnique. *Archives*, ibid., t. i, p. 481.

M. Hochreutiner a aussi présenté, par l'entremise de M. Briquet, une contribution à *l'étude des acacias phyllodinés. Archives*, ibid., p. 278.

NOTICES BIOGRAPHIQUES

JEAN MÜLLER

Jean MÜLLER[1] est né le 9 mai 1828 à Teufenthal, district de Kulm, en Argovie. Dans son enfance il fréquenta d'abord l'école populaire du village et montra, de bonne heure, un goût prononcé pour l'étude. Ses parents qui étaient agriculteurs auraient, dit-on, mieux aimé lui voir préférer la vie des champs, mais ils consentirent cependant à le laisser entrer à l'école secondaire de Reinach. Il se mit alors à apprendre tout seul le latin qui n'était pas enseigné à ses condisciples et parvint ainsi à se faire admettre au gymnase d'Aarau.

Après avoir obtenu le diplôme de maturité, sa première idée fut de suivre la carrière de l'enseignement et c'est alors qu'il vint à Genève pour compléter ses études. Il y arriva au printemps de 1850, muni d'une lettre de recommandation pour Alphonse de CANDOLLE, que lui avait remise le Dr Théodore ZSCHOKKE. « Le porteur de ces lignes, écrivait ZSCHOKKE à son ami, est M. Müller, un de mes élèves qui s'est beaucoup occupé de botanique. Il part pour votre ville, tant pour s'exercer dans la langue française que pour se perfectionner dans l'histoire naturelle et les mathématiques. C'est un jeune homme plein de zèle et de talent, c'est pourquoi je prends la liberté de vous le recommander. »

Pendant son court passage à l'Académie de Genève, de 1850 à 1851, Müller suivit uniquement les cours de sciences physiques et mathématiques, mais il n'en continuait pas moins à s'occuper de botanique et travaillait souvent chez de CANDOLLE qui l'employait à des travaux de classification. Peu après son arrivée à Genève, il s'était lié aussi avec les botanistes DUBY et BOISSIER dont il avait d'emblée conquis l'estime. En

[1] La vie et la carrière scientifique de Müller ont déjà été retracées, d'une manière plus détaillée que je ne puis le faire ici, par M. le Dr J. Briquet dans le *Bulletin de l'herbier Boissier* (v. IV, n° 2) et tout récemment par M. le prof. Chodat dans les *Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft* (Bd. XIV, 1896). C'est en grande partie à l'aide de ces deux intéressantes biographies que j'ai rédigé la présente notice.

1851, il fit avec le premier une excursion botanique dans le midi de la France et accompagna ensuite BOISSIER à travers la Lombardie, le Tyrol et le Salzbourg. L'année suivante, il explora seul les Alpes de la Savoie et du Piémont. Enfin, en 1853, il acceptait la place de conservateur de l'herbier de CANDOLLE, qu'il n'a quittée qu'en 1878.

Nommé professeur suppléant en 1871, puis professeur effectif de botanique médicale et pharmaceutique à l'Université de Genève en 1878, il a occupé cette chaire avec distinction jusqu'en 1889. A ce moment, la fatigue que lui causait l'enseignement et le désir de pouvoir consacrer plus de temps aux grands travaux qu'il avait entrepris, le décidèrent à démissionner, malgré les instances de ses élèves. Il a continué cependant jusqu'à la fin de sa vie, à remplir les fonctions de Directeur du jardin botanique et de l'herbier Delessert qui lui avaient été confiées en 1874. Lorsque cet herbier arriva à Genève il était encore classé d'après le système de Linné. Il s'y trouvait en outre, une grande quantité de plantes non déterminées ainsi que plusieurs herbiers spéciaux conservés à part. La commission chargée provisoirement de leur surveillance et de leur arrangement définitif avait décidé que toutes ces collections seraient, comme cela se fait partout ailleurs, réunies en un seul herbier classé selon la méthode naturelle moderne. C'est sous la direction de Müller que ce grand travail a été poursuivi et s'il est aujourd'hui presque terminé, c'est à lui qu'en revient l'honneur. Nul autre assurément, n'aurait été capable de s'acquitter d'une pareille tâche en si peu de temps. Grâce à sa prodigieuse connaissance du règne végétal et à la sûreté de son coup d'œil, il pouvait, en effet, le plus souvent, reconnaître à première vue la famille et jusqu'au genre auquel appartenait chaque plante. J'ajouterai qu'il a su, avec les modestes ressources budgétaires mises à sa disposition, créer à côté de l'herbier Delessert, une bibliothèque qui contient déjà la plus grande partie des ouvrages indispensables pour les déterminations de plantes.

Dès l'année 1853, Müller avait commencé à se faire connaître par quelques articles insérés dans les revues botaniques, tant en Suisse qu'à

l'étranger. Il entreprit bientôt, d'après le conseil de de Candolle, un travail de plus grande portée, la monographie complète de la famille des *Résédacées* qui parut en 1857, dans les *Mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles*. Ce travail d'un mérite incontestable, valut à son auteur le grade de Docteur honoraire que lui conféra, à cette occasion, l'Université de Zurich, ainsi que le *prix de Candolle* que notre Société décerne tous les cinq ans à l'auteur de la meilleure monographie d'un genre ou d'une famille de plantes.

La structure florale des *Résédacées* était encore à cette époque diversement interprétée. Müller contribua beaucoup à l'élucider par l'étude qu'il fit du développement des organes. Il a même été l'un des premiers à mettre en pratique la méthode organogénique inaugurée peu auparavant par Duchartre et à laquelle les morphologistes d'alors n'avaient que trop rarement recours. Les résultats qu'il obtint s'accordent, à quelques détails près, avec ceux que Payer publiait, de son côté et indépendamment, la même année, dans son classique traité d'organogénie végétale.

La monographie des Résédacées contient aussi une étude de la structure histologique des organes végétatifs, étude qui est remarquable pour l'époque. Enfin, dans la partie systématique de ce travail, Müller fait déjà preuve de la parfaite clarté et de la sobriété de style qui caractériseront dès lors tous ses écrits. Il eut d'ailleurs bientôt l'occasion de fournir une nouvelle preuve de sa grande aptitude pour les travaux de botanique descriptive. En effet, le moment était venu de traiter la famille des Euphorbiacées dans le *Prodromus* de de Candolle, mais celui-ci n'avait pas encore réussi à trouver un auteur disposé à faire la monographie complète de ce vaste groupe comprenant plus de 3000 espèces et dont la morphologie soulevait maintes questions épineuses. Cependant ce travail ne pouvait être ajourné sans de sérieux inconvénients pour la publication du *Prodromus*. Ce fut alors que Boissier voulut bien se charger de l'étude du grand genre *Euphorbia*, tandis que Müller entreprenait celle de tout le reste de la famille.

Après avoir examiné les Euphorbiacées de plusieurs des grands herbiers d'Europe, qui lui avaient été envoyées à Genève, il se rendit en 1864 à Paris et en Angleterre, pour compléter son travail par l'étude des riches collections du Muséum d'histoire naturelle ainsi que des herbiers de Kew et du British Museum. Au cours de ces longues et consciencieuses recherches il publiait de temps à autre d'intéressantes observations morphologiques dont plusieurs ont paru dans les Mémoires de la Société de physique de Genève. L'un de ces écrits contient une remarquable dissertation[1] sur la structure de l'anthère, à propos d'une curieuse monstruosité observée chez le *Iatropha Pohliana*.

La monographie des Euphorbiacées parut enfin dans le tome XV du Prodromus. Elle constitue, à elle seule, le volume le plus considérable du recueil. La part de Müller, publiée en 1866 après celle de Boissier, n'occupe pas moins de 1098 pages.

Malgré tout son mérite, cette remarquable monographie n'en fut pas moins, au début, l'objet de certaines critiques. Baillon, dont Müller avait rejeté les idées théoriques sur la structure florale, essaya de contester la légitimité de plusieurs des caractères sur lesquels celui-ci avait fondé les genres. Müller répondit dans un article plein de verve[2], où il démontrait qu'en admettant le point de vue de son adversaire on serait forcément amené à fusionner tous les genres en un seul. D'un autre côté, Bentham, le plus autorisé assurément des phytographes d'alors, reprochait à Müller d'avoir souvent méconnu les véritables affinités naturelles dans sa classification des genres et il allait jusqu'à la taxer de *plus ou moins artificielle*[3].

Eh bien! notre confrère devait avoir plus tard, la satisfaction de voir sa conception des affinités trouver une complète justification dans les résultats qu'obtenait M. Pax[4] en étudiant la structure anatomique des

[1] *Mém. Soc. phys. et hist. nat.*, t. XVII, p. 449.

[2] *Botanische Zeitung*, 1875.

[3] *Bentham et Hooker Genera plantarum*, t. III, I, p. 241.

[4] *Die Anatomie der Euphorbiaceen in ihrer Beziehung zum System derselben* (*Engler's Jahrb.* t. V, p. 405, 1884).

tissus chez les Euphorbiacées. En effet Müller a pu lire dans le mémoire de ce savant, un chapitre spécial intitulé : *Preuve que les tribus de Müller se distinguent par des caractères anatomiques, tandis que les subdivisions de Baillon et de Bentham ne s'accordent que partiellement avec les données de l'anatomie.*

Müller a aussi traité dans le Prodromus les familles des *Résédacées, Daphniphyllacées* et *Buxacées.* En fait, sa part de collaboration à ce recueil s'élève à 1142 pages et vient en troisième après celles d'Aug. Pyramus et d'Alphonse de Candolle. Il a aussi abondamment collaboré au *Flora Brasiliensis,* ce grand ouvrage in-folio fondé par *de Martius,* auquel Müller a fourni, de 1860 à 1888 : les *Apocynées,* les *Euphorbiacées* et la première moitié des *Rubiacées,* soit un total de 1431 pages avec 224 planches. A partir de la publication des *Rubiacées* qui parurent en 1888, Müller n'a plus rien écrit sur les plantes phanérogames. Il s'est, dès lors entièrement consacré à son étude favorite, celle des Lichens.

Dès l'année 1862, il s'était signalé à l'attention des lichenographes, en publiant un mémoire important intitulé : *Principes de la classification des lichens et énumération des lichens des environs de Genève.* La région envisagée dans cette étude se compose de tout le territoire compris entre le Salève, les Voirons et la chaîne jurassique du Reculet à la Dôle, ainsi que de ces montagnes elles-mêmes. Müller y reconnaît la présence de 373 espèces appartenant à 64 genres. Ce travail a été inséré dans le tome XVI de nos Mémoires. L'auteur discute, avec une remarquable sagacité, la valeur relative des caractères qu'il convient d'utiliser pour la classification des lichens. Il insiste sur la nécessité d'adopter dans cette branche de la botanique, les règles précises de nomenclature qui étaient alors assez négligées par les lichenographes.

Après avoir ainsi fait connaître la flore lichenologique des environs de Genève, Müller s'occupa de celles des Alpes vaudoises et valaisannes, qui furent pour lui l'occasion de trouvailles intéressantes. Plus tard, ses recherches s'étendirent aux lichens du monde entier. Bien qu'il ait toujours combattu les idées si généralement admises aujourd'hui sur

la nature symbiotique des lichens, il n'en était pas moins considéré comme l'auteur le plus versé dans la connaissance des caractères spécifiques de ces végétaux. Aussi recevait-il de toutes parts les lichens récoltés dans les contrées nouvellement explorées. Il en publiait au fur et à mesure les diagnoses dans diverses revues, notamment dans le *Flora* où, de 1871 à 1891, il n'a cessé de faire paraître l'immense série de ses *Lichenologische Beiträge.* Müller a eu heureusement soin de conserver chez lui les types de toutes ses nouvelles espèces qui se trouvent ainsi réunis dans un même herbier. Cette incomparable collection lichenologique, la plus importante de toutes, a été acquise par M. W. Barbey qui l'a installée dans sa propriété de Chambésy.

Je ne saurais terminer cette rapide esquisse de la carrière de notre confrère sans rappeler les belles qualités qui le rendaient si sympathique. Tous ceux qui entraient en rapport avec lui étaient frappés de la simplicité de ses manières, en même temps que de sa parfaite droiture et de sa grande bienveillance. Soucieux avant tout de faire progresser la science, il la cultivait uniquement par goût et sans s'attendre à en retirer aucun avantage personnel [1]. Tous les botanistes qui se sont occupés de botanique systématique, sont unanimes à reconnaître la grande perfection des travaux de Müller et à les admirer. Aussi ne lui a-t-on pas dédié moins de cinq genres, sous les noms adroitement variés de : *Muellerella* Hepp dans les lichens, *Muellerargia,* Cogn. dans les Cucurbitacées, *Neomuellera* Briquet et *Muellerohyptis* Briquet dans les Labiées, enfin *Argomuellera* Pax dans les Euphorbiacées. Il avait été élu membre étranger de nombreux corps savants, tels que : La *Société Linnéenne de Londres,* la *Société royale botanique de Belgique,* l'*Académie Léopoldienne Carolinienne,* la *Société impériale des naturalistes de Moscou.* Müller était membre honoraire de la *Société botanique de Genève*, qu'il

[1] Müller a donné, dans ses dispositions testamentaires, une noble preuve de tout l'intérêt qu'il portait au progrès des recherches scientifiques à Genève. Il a en effet légué à la Ville de Genève une somme de fr. 30.000 dont le revenu annuel doit être affecté à l'accroissement de l'herbier Delessert et de la bibliothèque du Conservatoire botanique, ainsi qu'une somme de fr. 10.000, destinée au laboratoire de botanique systématique de l'Université.

a présidée de 1878 à 1882. Membre ordinaire de la *Société de physique et d'histoire naturelle* depuis l'année 1862, il l'a présidée en 1875-76. Il appartenait également à la *Société helvétique des sciences naturelles* ainsi qu'à la *Société Murithienne du Valais* auxquelles il a présenté plusieurs travaux importants.

Au commencement de l'année 1896 Müller fut subitement atteint d'une grave affection pulmonaire à laquelle il a succombé le 28 janvier à l'âge de 68 ans.

Publications de Müller.

La liste complète des publications de Müller a paru tout récemment dans l'ouvrage intitulé : *Premier supplément aux publications des membres de la Société de physique et d'histoire naturelle, etc.*, ainsi que dans le *Catalogue des ouvrages, articles et mémoires publiés par les professeurs de l'Université de Genève,* édité par M. le prof. Ch. Soret.

Prof. M. SCHIFF

Maurice SCHIFF[1] est né le 28 janvier 1823, à Francfort-sur-Mein. Son développement intellectuel fut des plus précoces. Il se souvenait d'avoir, dès l'âge de dix ans, pris goût à la zoologie, qu'il allait étudier dans le riche musée de sa ville natale. De très bonne heure aussi, la psychologie le préoccupa et il a raconté qu'il s'était passionné dans sa jeunesse pour la lecture de Phédon. Ses parents l'avaient destiné au commerce. Mais lui voyant une vocation si décidée pour les sciences, ils finirent par l'autoriser à étudier la médecine, ce qu'il fit d'abord à Heidelberg, puis à Berlin et enfin à Gœttingen. C'est dans cette dernière université qu'il obtint en 1844, à l'âge de vingt ans, le titre de Docteur en médecine. Sa thèse inaugurale était intitulée : *De vi motoria baseos encephali*. Le choix

[1] Cette notice a été, pour la plus grande partie, rédigée d'après celles dues aux plumes plus compétentes que la mienne, du Dr J.-L. PREVOST (*Bulletin médical de la Suisse romande,* octobre 1896) et du prof. LANGLOIS (*Revue scientifique*). J'ai aussi utilisé le compte rendu de la séance jubilaire, publié dans le *Journal de Genève,* le 25 janvier 1894.

du sujet dénotait déjà chez lui le penchant à s'occuper de physiologie générale plutôt que de médecine. Schiff se rendit ensuite à Paris où il séjourna jusqu'en 1846. Il s'y lia beaucoup avec le célèbre Magendie et avec Matteucci, amitiés qui le décidèrent de plus en plus à se vouer à la physiologie. Pourtant cette science ne l'absorbait pas encore complètement, car une bonne partie de son temps se passait dans le jardin et les galeries du Museum qui avaient pour lui un attrait irrésistible. Il s'y intéressait surtout aux oiseaux qu'il apprit à si bien connaître qu'à son retour à Francfort, il put se charger de l'arrangement des collections ornithologiques du Musée. En même temps il se mit à la pratique de la médecine, qu'il a exercée jusqu'en 1856, sans cesser pour cela, de poursuivre des recherches physiologiques dans un modeste laboratoire qu'il s'était créé lui-même. Malgré le peu de ressources dont il disposait alors, c'est de cette époque que datent plusieurs de ses meilleurs travaux, en particulier : les *Recherches sur la physiologie du système nerveux,* publiées en 1855, ouvrage pour lequel l'Académie des sciences de Paris lui décerna le prix Monthyon. Sa réputation d'observateur et d'expérimentateur consciencieux était donc déjà faite lorsqu'il fut appelé à Berne en 1856, pour occuper la chaire d'anatomie comparée. Il avait jusqu'alors beaucoup étudié cette science, en vue, disait-il, d'arriver à faire de la *physiologie comparée*, car, pour se servir de ses propres expressions[1], « il pensait que c'était l'étude de l'animal qui devait conduire à la « connaissance de l'homme et de l'âme, et cette conviction avait fait de « l'anatomie comparée son sujet favori. »

Pendant les quatre années de son professorat à Berne, Schiff a publié plusieurs ouvrages importants, entre autres son *Traité des systèmes musculaires et nerveux* ainsi que ses *Recherches sur la formation du sucre dans le foie*, ouvrage couronné par l'Académie de Copenhague. C'est au cours de ces dernières recherches qu'il observa pour la première fois, chez le chien, les fâcheuses conséquences de l'ablation totale de la

[1] Discours prononcé à son jubilé en 1893.

glande thyroïde, observation qui devait, beaucoup plus tard, le mettre sur la voie d'une importante découverte.

En 1862, Schiff fut appelé à Florence, pour y professer enfin la physiologie, cette science dont il était devenu l'un des maîtres. Ses leçons attiraient une foule d'étudiants de tous pays, parmi lesquels il a formé des élèves et trouvé des collaborateurs distingués. Elles furent recueillies et publiées en 1867 par deux de ces derniers, MM. les docteurs Levier et Herzen. Vers le même temps, Schiff publia un mémoire important sur la *formation de la chaleur dans les actes psychiques*, ainsi que sa *contribution à la physiologie pathologique de la moelle épinière*, pour laquelle il reçut le prix Riberi à Turin. Puis vint une série d'autres travaux non moins remarquables qu'il serait trop long d'énumérer ici. La plupart de ses publications de cette époque sont rédigées en italien, langue qu'il parlait et écrivait avec facilité.

On sait que Schiff a toujours eu une prédilection pour l'Italie, où il s'était fait de nombreux amis. En 1876, il se décida cependant à quitter Florence et accepta la chaire de physiologie dans l'Université qui venait d'être fondée à Genève et sur laquelle son enseignement ainsi que ses travaux ont, dès lors, jeté le plus vif éclat. Le nombre et l'importance des recherches effectuées dans son laboratoire, durant les vingt dernières années, montrent que son activité scientifique ne s'est jamais ralentie un seul instant.

Le professeur J.-L. Reverdin ayant attiré l'attention sur les troubles nerveux occasionnés chez l'homme par l'ablation de la glande thyroïde, Schiff se souvint des expériences qu'il avait faites autrefois sur le chien et que nous avons mentionnées plus haut. En les variant et en les répétant sur diverses espèces animales, il obtint des résultats fort curieux qui ont fait l'objet de deux mémoires publiés à Genève en 1884[1]. Finalement ces recherches l'amenèrent à constater que la greffe subséquente du corps thyroïde a souvent un effet curatif chez les animaux auxquels

[1] *Revue méd. de la Suisse rom.*, 1884, p. 65 et 425.

on a enlevé cet organe, découverte qui a reçu d'heureuses applications en chirurgie.

C'est aussi dans le laboratoire de Genève que Schiff est arrivé à démontrer et à se prouver à lui-même, car il l'avait autrefois niée, l'existence de *fibres arrestatrices* dans les nerfs qui régissent les mouvements du cœur. A ce propos, qu'il me soit permis d'intercaler ici les lignes suivantes de la plume d'un éminent physiologiste. Elles font bien comprendre le caractère scientifique de notre confrère.

« Schiff, dit le professeur Langlois, avait voulu expliquer l'arrêt des « mouvements du cœur à la suite de l'excitation des pneumogastriques, « par l'effet de l'épuisement des nerfs moteurs cardiaques. Si Schiff « avait émis cette hypothèse et s'il ne l'abandonna qu'après une série de « longues et patientes recherches, c'est qu'il voulait éviter qu'une « nouvelle et problématique propriété des nerfs moteurs ne fut introduite « dans la physiologie : la propriété de pouvoir empêcher l'action des « muscles auxquels ces nerfs se rendent. Il est curieux de voir avec « quelle hésitation, on pourrait presque dire quelle répugnance Schiff, « dans toutes les questions de physiologie, consent à admettre des pro- « priétés essentiellement nouvelles, en désaccord avec les faits déjà « établis. Mais cependant il n'hésitait pas devant l'évidence de l'expé- « rience à reconnaître son erreur. »

C'est que Schiff était un savant de bon aloi, n'ayant d'autre but que la recherche de la vérité et bien décidé à ne jamais rien avancer à la légère. Aussi avait-il en aversion les charlatans et a-t-il plus d'une fois employé toute sa perspicacité et toute son adresse à les confondre. Chacun se souvient, par exemple, de l'ardeur qu'il mit naguère à dévoiler le mystère des prétendus esprits frappeurs, à l'aide desquels certains intrigants dupaient un nombreux public. Etant arrivé à la conviction qu'ils avaient recours pour cela au son que peut produire le déplacement réitéré du tendon d'un muscle de la jambe, sans être trahi au dehors par aucun mouvement visible, Schiff parvint à force de persévérance, à exécuter lui-même, à volonté, le frappement en question et à démasquer ceux qui exploitaient cette singulière supercherie.

La question des propriétés physiologiques respectives de l'éther et du chloroforme avait de tout temps préoccupé Schiff. Mais ce n'est que dans ces dernières années, qu'il a réussi à l'élucider complètement et à mettre en évidence la cause du danger qui accompagne l'emploi du chloroforme comme anesthétique. En cela il a rendu un inestimable service à l'humanité.

« Ses recherches relatives aux anesthétiques, dit le Dr Prevost[1], ont « éclairé d'un jour nouveau la question de l'emploi de l'éther et du « chloroforme pour l'anesthésie chirurgicale. En étudiant le processus « de la mort dans les deux cas, il a démontré que ce processus était « différent, ce qui rendait l'éther moins dangereux que le chloroforme. « Dans l'anesthésie par l'éther, les centres respiratoires sont atteints « sans que le cœur ni les vaisseaux soient influencés ; il en résulte que « l'animal peut être rappelé à la vie par la respiration artificielle. Dans « l'anesthésie par le chloroforme, il en est tout autrement; le chloro- « forme a en effet la fâcheuse propriété de paralyser facilement le cœur « soit les petits vaisseaux. C'est cette paralysie vasculaire qui constitue « les dangers du chloroforme. »

Une carrière aussi brillante, aussi féconde en résultats utiles à la la science et à l'humanité que celle de Schiff, devait naturellement remplir ses confrères d'admiration et lui valoir de nombreuses distinctions. Il avait été promu aux grades d'officier de l'ordre des Saints Maurice et Lazare et de Commandeur de la couronne d'Italie. L'Académie royale des Lincei de Rome, l'Académie de médecine de Paris et bien d'autres Académies et Sociétés savantes l'avaient élu au nombre de leurs membres correspondants. En 1888, l'Université de Bologne, dont on célébrait le jubilé, lui décerna un diplôme d'honneur. La Société royale de médecine de Londres lui conféra, en 1893, la médaille de Bell. La même année, un comité se constitua sous la présidence de son ancien élève et collaborateur le Dr Herzen, pour organiser une grande manifes-

[1] *Bull. méd. Suisse rom.*, 1896, p. 13.

tation européenne à l'occasion du cinquantenaire de son doctorat qui devait avoir lieu l'année suivante. Ce comité prit l'initiative d'une souscription qui fut rapidement couverte, en vue de rassembler en un même recueil tous ceux des mémoires de physiologie de Schiff qui n'avaient pas fait l'objet de publications distinctes et qui se trouvaient disséminées dans les diverses revues scientifiques. Ce recueil se compose de trois volumes dont le premier fut remis à Schiff le 24 janvier 1894, lors de la séance publique convoquée spécialement pour cela par la Faculté de médecine de Genève dans l'Aula de l'Université.

Schiff était entré dans la Société de physique en 1877 et il n'a cessé de prendre la part la plus active à nos séances. Au mois d'avril de cette année, il nous a encore fait une importante communication sur la thermogénèse des muscles. C'était la dernière fois que nous devions voir parmi nous cet homme aux traits de génie et l'entendre exposer, avec sa verve caractéristique, les résultats de ses incessantes recherches. L'affection diabétique qui le minait sourdement depuis un certain temps, fit bientôt de rapides progrès. Quelques semaines plus tard nous apprenions qu'il se trouvait dans un état de santé des plus alarmants et il succombait le 6 octobre 1896, à l'âge de 73 ans.

Dr P. BINET

Paul-Emile Binet est né à Genève, le 23 septembre 1855. Au sortir de l'Académie de Genève, il se rendit à Paris pour étudier la médecine. Admis à l'internat à la suite du concours de 1879, il remplit successivement les fonctions d'interne dans les hôpitaux de Lourcine, Tenon, St-Louis et Dieulafoye, St-Antoine. Dès l'année 1881, il commençait à se faire favorablement connaître par diverses publications insérées dans les revues médicales de Paris. En 1884, une excellente thèse sur l'*élimination par la sueur et la salive* lui valut le titre de Docteur en médecine. Il fit alors un séjour en Angleterre, puis revint à Genève en 1885, pour se livrer à la pratique médicale. En même temps, il

poursuivait des recherches scientifiques, avec un zèle infatigable, en travaillant dans les laboratoires de l'école de chimie et de l'école de médecine.

Aussi au courant de la chimie et de ses méthodes modernes que versé dans les sciences médicales, Binet s'intéressait surtout à l'étude de l'action physiologique des agents chimiques et à l'analyse des liquides normaux ou pathogènes issus de l'organisme. Admis comme privat-docent à l'Université en 1885, ses leçons sur la *chimie appliquée au diagnostic médical* attiraient de nombreux auditeurs. Parmi les divers travaux qu'il a communiqués à la Société de physique, un des plus importants est sa *toxicologie comparée des phénols* dont la seconde partie a paru en 1895.

Tout récemment BINET avait été chargé du cours de thérapeutique, en remplacement du prof. PREVOST qui avait accepté provisoirement la chaire de physiologie devenue vacante par la mort de SCHIFF. C'est au moment où notre confrère venait ainsi de faire un nouveau pas en avant dans une carrière déjà bien remplie et qui promettait beaucoup, qu'il a été subitement atteint d'une grave pleurésie à laquelle il a succombé le 8 décembre dernier à l'âge de 41 ans.

Notre Société, dont il faisait partie depuis 1891 et la science genevoise en général, ont fait en lui une perte considérable. Toujours obligeant et d'une extrême modestie, Binet laisse chez tous ceux qui l'ont connu, le souvenir d'un homme éminemment sympathique.

Général MENABREA

Le général MENABREA, marquis du Val Dora, est né à Chambéry, le 4 septembre 1809 et il est mort le 25 mai 1896, à l'âge de 87 ans. Nous avons perdu en lui le doyen des membres honoraires de notre Société dont il faisait partie depuis l'année 1841.

Chacun se souvient du beau rôle qu'il a joué dans les événements qui ont abouti à l'indépendance de l'Italie. Major général et commandant en chef du génie en 1859, il prit part aux batailles de Palestro et de

Solferino. Ministre de la marine dans le ministère Riccasoli il a été ensuite trois fois Président du Conseil et a terminé sa carrière publique en remplissant le poste d'ambassadeur successivement à Paris puis à Londres qu'il quitta en 1882. Mais cette brillante carrière politique et militaire ne doit pas faire oublier qu'il fut en même temps un savant des plus distingués.

Menabrea manifesta de très bonne heure un goût prononcé pour les mathématiques. Entré, dès l'âge de 18 ans, à l'Université de Turin, il y devint l'élève favori de Plana et en sortit après avoir reçu le grade de docteur ès sciences mathématiques avec le diplôme d'ingénieur. On le trouve plus tard professeur de mécanique et de construction à l'école d'application d'artillerie ainsi qu'à l'Université de Turin. En 1839, il fut reçu membre de l'Académie des sciences de cette ville. Voici les titres de ses principales publications:

Calcul de la densité de la terre (*Memorie della R. Acc. dell. sc.*, sér. 2, t. II, *scienze fisiche etc.*, 1840).

Mouvement d'un pendule composé lorsqu'on tient compte du rayon du cylindre qui lui sert d'axe, de celui du coussinet sur lequel il repose ainsi que du frottement qui s'y développe (*ibid.*, 1840).

Discours sur la vie et les ouvrages du chevalier Georges Bidone (*ibid.*, t. IV).

Mémoire sur la série de Lagrange (*ibid.*, t. VIII, 1843).

Mémoire sur les quadratures (*ibid.*, t. VIII, 1844).

Observations sur la véritable interprétation de la série de Lagrange (*ibid.*, t. X, 1846).

Etudes sur la théorie des vibrations (*ibid.*, t. XV, 1855).

Lois générales de divers ordres de phénomènes dont l'analyse dépend d'équations linéaires aux différences partielles tels que ceux des vibrations et de la propagation de la chaleur (*ibid.*, t. XVI).

Note sur l'effet du choc de l'eau dans les conduits (*ibid.*, t. XVI).

Etude de statique physique. Principe général pour déterminer les pressions et les tensions dans un système élastique (*ibid.*, t. XXV). Correction à ce mémoire dans: *atti della r. acc, d. scienze*, t. X).

Sul principio d'elasticità (*atti*, t. V).

Luig. Lagrange (*ibid.*, t. II).

Dr A. BROT

Auguste-Louis Brot[1] est né en 1821, à Gênes. Après avoir reçu sa première instruction au Collège et à l'Académie de Genève, il alla étudier

[1] Une notice sur le Dr Brot a paru dans le *Bulletin médical de la Suisse romande* ainsi qu'une autre beaucoup plus détaillée dans le *Journal de Genève* du 8 septembre 1896.

la médecine d'abord à Zurich, puis à Berlin, où il obtint le titre de docteur en 1844. De retour à Genève, il pratiqua pendant quelque temps la médecine. Mais il ne tarda pas à y renoncer pour se vouer entièrement à l'histoire naturelle pour laquelle il avait toujours eu un goût prononcé.

L'étude des animaux inférieurs était ce qui l'intéressait le plus et il s'est consacré spécialement à la malacologie. De 1860 à 1895, il a publié sur cette science un grand nombre de mémoires fort estimés qui ont, pour la plupart, paru dans le *Journal de conchyliologie*, de Martini et Chemnitz. Ils se rapportent presque tous au groupe difficile des Mélanies qu'il connaissait mieux que personne.

Pendant plus de quarante ans, Brot a fait partie de la commission directrice du Musée d'histoire naturelle auquel il a rendu d'immenses services. C'est à lui que l'on doit la classification de la collection de conchyliologie devenue si considérable dans ces derniers temps à la suite des dons de la famille Delessert et de M. Bourguignat. Il l'a encore enrichie lui-même en légant au Musée sa magnifique collection de mollusques terrestres et fluviatiles, ainsi que tous les livres de conchyliologie qu'il possédait.

Le Dr Brot est mort subitement, à Genève, le 30 août dernier. Il faisait partie de notre Société à titre d'associé libre depuis l'année 1860. Toutes les personnes qui l'ont connu ont apprécié l'amabilité de son caractère et le charme de sa conversation.

Publications du Dr Brot.

Voir le catalogue intitulé : *Publications des membres actuels de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, etc., édition de 1883 et premier supplément de 1896.

Prof. E. du BOIS-REYMOND

Emile du Bois-Reymond est né le 7 novembre 1818 à Berlin, où vivait son père qui était originaire de Neuchâtel. Admis dès l'âge de 18 ans à l'Université de Berlin, il y suivit d'abord, pendant quelque temps, les cours de théologie, puis ceux des sciences naturelles, auxquels il

renonça ensuite pour se vouer avec ardeur à l'étude de la physique et des mathématiques. Il fit plus tard la connaissance du fameux physiologiste Jean Müller dont il devint l'élève et bientôt l'assistant. Celui-ci lui ayant un jour demandé de répéter les expériences que Matteucci venait de faire sur les phénomènes électriques chez les animaux, du Bois-Reymond se passionna pour ce genre de recherches. Elles lui fournirent le sujet de sa thèse de doctorat imprimée en 1843 sous le titre : *Quæ apud veteres de piscibus electricis extant argumenta.* Il n'a cessé, depuis cette époque, de s'occuper d'électricité animale. C'est certainement lui qui a le plus contribué à faire progresser cette branche de la science. Il a inventé et fait construire nombre d'appareils ingénieux et on lui doit en particulier les plus grands perfectionnements introduits dans la construction des galvanomètres. Si ses brillantes hypothèses sur les éléments électromoteurs des muscles et sur le mécanisme de l'excitation nerveuse n'ont pas été admises par tout le monde, en revanche ses méthodes d'observation et d'expérimentation sont sans rivales. Physicien et mathématicien de premier ordre, il s'est constamment efforcé de rattacher les manifestations de la vie aux lois générales de la mécanique. Il a été des premiers à faire prévaloir en physiologie la méthode des notations numériques précises et des tracés graphiques, tout en ayant soin de mettre ses élèves en garde contre l'abus des formules mathématiques. Ses *recherches sur l'électricité animale* (*Untersuchungen über tierische Electricität*), son principal ouvrage, ont paru de 1848 à 1864, en deux volumes.

En 1858, il succéda à Jean Müller dans la chaire de physiologie qu'il a occupée jusqu'à la fin de sa vie et il prit aussi la direction des *Archives d'anatomie et de physiologie* que son maître avait fondées. Reçu de l'Académie des sciences de Berlin en 1851, il en a été secrétaire perpétuel depuis 1867.

En dehors de la physiologie et de la physique, du Bois-Reymond s'était acquis une grande réputation par ses conférences et ses publications sur les questions de psychologie et d'histoire. Ses mémoires de

physiologie ont été réunis en deux volumes imprimés à Leipzig de 1875 à 1877, sous le titre: *Gesammelte Abhandlungen zur Muskel- und Nervenphysik;* ses discours et écrits sur d'autres sujets ont été aussi réédités en deux volumes intitulés : ***Reden***, imprimés à Leipzig en 1886-87.

ERRATA

AU RAPPORT DU PRÉSIDENT POUR L'ANNÉE 1896.

Page XXXVII, ligne 7 en remontant, au lieu de *étincelles* en mouvement, lisez *électrodes* en mouvement.

Page XXXVIII, ligne 1 en haut, au lieu de *adaptée* lisez *adapté*.

Page XLI, ligne 7 et 13 en remontant, au lieu de *L.* Soret, lisez *Ch.* Soret.

Pages LVIII et LIX, à la fin des articles : Prof. M. Schiff et D[r] P. Binet, doivent être ajoutées deux notes identiques à celle de la page LXI relative aux *publications des membres*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Liste des ouvrages reçus par la Société pendant les années 1895 et 1896.

Titres.	**Donateurs.**
Compte rendu des travaux présentés à la 77[me] session de la Société helvétique des Sciences naturelles. Bâle, 1894. 8°... Genève, 1894	Société helvétique des Sc. naturelles.
Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. 1894. 8° ... Basel, 1894	
Nouveaux Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles. Vol. XXXIV, 1. 4° ... Bâle, 1895	
Mittheilungen der naturforsch. Gesellschaft in Bern. N[os] 1335-1372. 8° ... Berne, 1894-95	Société des Sciences naturelles de Berne.
Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft Vol. X, XI, 1, 2. 8° ... Basel, 1894-1896	Société des Sciences naturelles de Bâle.
Musée d'histoire naturelle de Lausanne. Rapport pour 1894. 8° Lausanne, 1895	Musée de Lausanne.
Eclogæ geologicæ Helvetiæ. IV, 3, 8° ... Lausanne, 1894	
Index bibliographique de la Faculté des Sciences, 1896 ...	Université de Lausanne.
Bulletin de la Société botanique suisse. N[os] 5 et 6. 8°. Berne, 1895-96	Société botanique suisse.
Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles. N[os] 115-121. 8° ... Lausanne, 1894-95	Société vaudoise des Sc. naturelles.
Mitheilungen der aargauischen Naturforsch. Gesellschaft. N° 7. Aarau, 1896	Société des sciences naturelles d'Aarau.
Bericht über die Thätigkeit der St.-Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft. 1892-94. 8° ... S[t]-Gallen, 1894-95	Société des Sciences naturelles de St-Gall.

Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. XXXIX, 3-4; XL. 8°..................... Zürich, 1894-95 Id. Neujahrsblatt. 4°......................Zürich, 1895-1896	Société des Sciences naturelles de Zurich.
Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse. XXVme livr., Berne, 1896 Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. XXXIII; XXXIV. Berne, 1893-94	Commission géologique fédérale.
Bericht über die Thätigkeit der naturforschenden Gesellschaft. 1893-94. 8°............................Solothurn, 1895	Société des Sciences naturelles de Soleure.
Mittheilungen der Thurgauischen naturforschenden Gesellschaft. H. 12. 8°..............................Frauenfeld, 1896	Société des Sciences naturelles de Thurgovie.
Bulletin de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles. 4, 8°. Fribourg, 1895	Société fribourgeoise des Sciences naturelles.
Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris. Tomes CXIX, 25-27; CXX-CXXIII. 4°. ....Paris, 1894-96	Académie des Sciences de Paris.
Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle. 3me série. Tome VI, VII. 4° ....Paris, 1894-96	Muséum d'Hist. naturelle de Paris.
Journal de l'École Polytechnique. Cahier 64; 2me série c. I. 8°.. Paris, 1894-95	Ecole polytechnique.
Annales des Mines. Tomes VI-X ....Paris, 1895-96	Ecole des Mines.
Annales de la Société entomologique de France. Vol. LXII-LXIV. 8°................................ Paris, 1894-96	Société entomologique de France.
Bulletin de la Société de Géographie de Paris. XV, 3-4; XVI; XVII, 1-2. 8°..........................Paris, 1894-96 Id. Compte rendu des séances. 1894, 17-19; 1895, 1-16. 8°. Paris, 1894-96	Société de géographie de Paris.
Bulletin de la Société géologique de France. Tomes XXI, 6-8; XXII, 4-6, 8-10; XXIII, 1-9; XXIV, 1-6. 8° ...Paris, 1894-96 Bulletin des services de la Carte géologique. 41-53. 8°. Paris, 1894-96 Compte rendu des séances. XXII, 14-18; XXIII, 1-18. 8°. Paris, 1894-96	Société géologique de France.
Bulletin de la Société zoologique de France. Tomes XIX, XX. 8°.....................................Paris 1894-95 Id. Mémoires. Tome VII, VIII. 4°...............Paris, 1894-95	Société zoologique de France.
Travaux du Bureau international des poids et mesures. Tome XI. 4° ....Paris, 1895	Commission internation^{le} des poids et mesures.
Revue savoisienne. 35me année, n°s 3-5; 36me année; 37me année- n°s 1-3. 8°........................Annecy, 1894-96	Société Florimontane.
Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Savoie. 4me série. Tome V. 8°...............Chambéry, 1895	Académie de Savoie.
Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. 5me série, tomes XLVI-XLIX. 8°.......................Bordeaux, 1894-95 Catalogue de la bibliothèque. Fasc. 1. 8° ....Bordeaux, 1894	Société Linnéenne de Bordeaux.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. 4me série, tomes IV-V et appendices 8° Bordeaux, 1893-94	Société des Sciences phys. et nat. de Bordeaux.
Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts. Sci. et Lett. Tomes II-III. 8°.................Lyon, 1894-95	Académie des Sciences, etc. de Lyon.
Annales de la Société d'Agriculture. 7me série, I-III. 8°. Lyon, 1893-95	Société d'Agriculture de Lyon.
Annales de l'Université de Lyon. Tomes VII-IX : XIX-XXIII. 4. 8°.................................... Lyon, 1894-96	Faculté des Sc. de Lyon.
Mémoires de l'Académie de Stanislas. 5me sér., tomes XI-XIII. 8°. Nancy, 1894-96	Académie de Stanislas.
Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Beaux-Arts de Toulouse. 9me série, tomes VI, VII. 8°.....Toulouse, 1894-96	Académie de Toulouse.
Bulletin de la Société scientifique d'études d'Angers. 23me et 24me années. 8°..........................Angers, 1894-95	Société scientifique d'études d'Angers.
Revue scientifique du Bourbonnais. Nos 84-108. 8°. Moulins, 1894-96	L'Editeur.
Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. Tome XXIX. 8°.. Cherbourg, 1892-95	Société nationale des Sc. de Cherbourg.
Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. 4me série, tomes VIII, 3-4; IX, 2-3. 8° ....Caen, 1895-96 Id. Mémoires. Vol. XVIII, 2-3 4°...................Caen, 1895	Société Linnéenne de Normandie.
Mémoires de l'Académie des Sciences et Belles-Lettres de Dijon. 4me série. Tome IV. 8°........................Dijon, 1894	Académie de Dijon.
Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'ouest de la France. Tomes IV, 2-4; V; VI, 1-2. 8°........Nantes, 1894-95	Société des Sciences de l'ouest de la France.
Bulletin de la Société d'étude des Sciences de Béziers. Vol. XVI-XVIII. 8°..............................Béziers, 1894-96	Société des Sciences de Béziers.
Annales de la Faculté des Sciences de Marseille. Tomes III, supp.; IV-VII. 4°.............................Marseille, 1894-95	Faculté des Sciences de Marseille.
Annales de la Société des Sciences naturelles de la Charente-Inférieure. Année 1893-94; 29-30. 8°...........La Rochelle, 1894	Société des Sc. naturelles de la Charente-Infér.
Flore de France. Vol. II, III,.................. La Rochelle, 1896	Académie de La Rochelle.
Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Section des sciences. 2me série, tome I, 3-4 et II, 1. 4°. Montpellier, 1894	Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.
Atti della R. Accademia dei Lincei. Rendiconti. Série 5. III, 10-12; IV; V 1er sem., V 2me sem., 1-11......Roma, 1894-96 Rendiconti dell' adunanze solenni del 9 giugno 1895 et 7 giugno 1896................................. Roma, 1896	Académie des Lincei.
Bollettino del R. Comitato geologico d'Italia. Vol. XXV, XXVI. 8°...Roma, 1894-95	Comité géologique d'Italie.
Annali del Museo civico. Série 2, tomes XIV, XV. 8°... Genova, 1895	Musée de Gênes.

Atti della Soc. italiana di Scienze naturali. Vol. XXXV, 1-4; XXXVI, 1-2. 8° .... Milano, 1895-96 Id. Memorie. V. 4° .... Milano, 1895	Société des Sc. naturelles de Milan.
Memorie della R. Accademia di Sc., L., ed Arti in Modena. Vol. X, XI. 4° .... Modena, 1894-95	Académie royale de Modène.
Memorie della R. Accademia di Bologna. Série 5, tomes III, IV, 4° .... Bologna, 1892-96	Académie de Bologne.
Atti della Società Toscana di Scienze naturali. *Memorie*. Tomes XIV. 8° .... Pisa, 1895 Id. *Processi verbali*. Tomes IX, X. 8° .... Pisa, 1895 Id. *Processi verbali*. Tome X. 8° .... Firenze, 1896	Société des Sciences nat. de Toscane.
Rendiconti dell' Accademia delle Scienze. Série 2. Tome VIII, fin; série 3, tome I; II, 1-11. 4° .... Napoli, 1894-96	Académie de Naples.
Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino. T. XLIV, XLV. 4° .... Torino, 1894-96 Id. Atti. Vol. XXX; XXXI, 1-15. 8° .... Torino, 1894-96 Id. Osservazioni meteorologiche, 1894-95. 8° .... Torino, 1895-96	Académie royale des Sc. de Turin.
Centenario de la Morte de Torquato Tasso .... Palerma, 1895	Acad. royale de Palerme.
Atti della Società Veneto-Trentina di Scienze. Série 2, vol. II, 2. 8° .... Padova, 1896 Id. Bollettino. Vol. VI, 1, 2. 8° .... Padova, 1895-96	Société des Sc. natur. de Venise et du Trentin.
Atti dell' Accademia degli Agiati. 1894-95. 8° .... Rovereto, 1896	Académie de Rovereto.
Atti del R. Istituto Veneto. Tomes LII, 4-9; LIII, 1-3. 8°. Venezia, 1893-95 Id. Memorie. XXV, 1-7. 4° .... Venezia, 1894-96 Id. Opera premiata. 1895 .... Venezia, 1895	Institut royal des Sciences de Venise.
Memorie del Reale Istituto di Scienze. Vol. XVII, 3-6; XVIII, 1. 4° .... Milano, 1894-96 Id. Rendiconti. Vol. XXVI-XXVIII. 4° .... Milano, 1893-96 Id. Indice generale dei lavori .... Milano, 1891	Institut royal des Sciences de Milan.
Archives du Musée Teyler. Série 3, tome IV, 3, 4 et V. 8°. Harlem, 1894-96	Musée Teyler.
Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. T. XXVIII, 5; XXIX; XXX, 1-3. 8° .... Harlem, 1895-96	Société hollandaise des Sciences.
Verhandelingen der k. Akademie van Vetenschappen. 8°. — 1re sect., II, 7, III; IV, 1-6; V, 1-2. — 2me sect., IV; V, 1-3. Amsterdam, 1894-96	Académie royale des Sc. d'Amsterdam.
Id. Letterkunde. I, 4-6. 8° .... Amsterdam, 1894-96 Id. Verslagen der Zittingen 1894-96. 8° .... Amsterdam, 1895-96 Id. Verslagen en Mededeelingen. Letterkunde. III, 11. 8°. Amsterdam, 1895 Id. Jaarbœk voor 1894-95. 8° .... Amsterdam, 1894-95 Id. Prijwers 1895-96. 8° .... Amsterdam, 1895-96	Académie royale des Sc. d'Amsterdam.

Publications de l'Institut R. Grand-Ducal de Luxembourg. Vol. XXIII-XXIV. 8°.......................Luxembourg, 1894-96	Institut royal de Luxembourg.
Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Belgique. Tomes L, LIII. 4°.........Bruxelles, 1894-95 Id. Mémoires couronnés et autres. T. XLVII-LII. 8°. .Bruxelles, 1895 Id. Annuaire pour 1894-95.....................Bruxelles, 1895 Id. Bulletin. 5me série, tomes XXVI-XXIX. 8° ......Bruxelles, 1895	Académie royale de Belgique.
Revue de l'Université de Bruxelles. 1re année 1895-96, 1-10; 1896-97, 1-3 ....Bruxelles, 1896	Université de Bruxelles.
Annales de la Société entomologique de Belgique. T. XXXVIII et XXXIX. 8°...........................Bruxelles, 1894-95 Mémoires. 3-5. 4° ....Bruxelles, 1895-96	Société entomologique de Belgique.
Annaes de Ciencias naturaes. Tomes II, III. 8°......Porto, 1895-96	L'éditeur A. Nobre.
Proceedings of the Royal Institution of Great Britain. Vol. XIV, 2-3. 8° and List of members ....London, 1896	Institution royale de la Grande-Bretagne.
British Association for the advancement of Science. 64th Meeting. 8°.................................London, 1895	Association britann. pour l'avancem. des Sciences.
Philosophical Transactions. Vol. 185, A et B (1 et 2 part) 4°. London, 1895 Proceedings. N°s 340-364. 8° ....London, 1895-96 International Conference Catalogue ....London, 1896 Catalogue of scientific Papers. Vol. XI. 4° ....London, 1896	Société royale de Londres.
Astronomical, Magnetical and Meteorological Observations made at the Royal Observatory Greenwich, in the year 1892. 4°. London, 1894	Astronomes de l'Observatoire royal de Greenwich.
Monthly Notices. Vol. LV, 2-9; LVI; LVII, 1. 8°..London, 1895-96 Index for 1869-92 ....London, 1895-96	Société astronomique de Londres.
Weekly Weather Report. Vol. XI-XIII & summ^ry^. 4°. London, 1894-96 Hourly Means, 1891-92 et appendices. 4° ....London, 1895 Quarterly Summary, XI-XIII, 1. 2, 3. 4°.........London, 1894-95 Summary of the observations. Oct. 1894-Sept. 1896..London, 1895-96 Meteorological Charts of the Red Sea. In-f°..........London. 1895 Monthly Current chart for Indian Ocean ....London, 1896 Meteorological Observations of Stations of second order. 1890. 4° ....London, 1892-93 Reports of the Meteorological Council. 1893-95 ...London, 1894-95	Bureau météorologique.
The Geographical Journal. Vol. V-VIII. 8°........London, 1895-96	Société royale de Géographie de Londres.
Quarterly Journal of the Geol. Soc. N°s 201-208. 8°. London, 1895-96 Geological litterature added to the geological library. 1894-96. London, 1895	Société géologique de Londres.
Nature. N°s 1312-1418. 4°...................London, 1894-96	Les Editeurs.
Transactions of the Linnean Society of London. Zoology. VI, 3-5. 4°..London, 1895 Id. Botany. Vol. IV, 2-4; V, 2-4. 4°............London 1894-95	Société Linnéenne de Londres.

Id. Journal. Zoology. Nos 158-161. 8°...........London, 1894-95 Id. Botany. Nos 209-217. 8°...................London, 1894-95 List for 1894-96. 8°...........................London, 1896 General index to the first 20 vol. of the journal of Zoology..London, 1896 Id. Proceedings. Nov. 1894-June 1895. 8°.........London, 1895	Société Linnéenne de Londres.
Journal of the R. Microscopical Society. 1894, 6; 1895, 4-6; 1896, 1-2..............................London, 1894-96	Société r. de Microscopie de Londres.
Proceedings of the Zoological Society of London. 1894, 4; 1895, 1-4; 1896, 1-5. 8°........................London, 1895-96 Id. Transactions. Vol. XIII, 2; XIV, 1-2. 4°......London, 1895-96	Société zoologique de Londres.
Proceedings of the Birmingham Philosophical Society. Vol. IX, 1, 2. 8°...........................Birmingham, 1894-96	Société des Sc. naturelles de Birmingham.
Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. Vol. VIII, 4-5; IX, 1-3. 8°......................Cambridge, 1895-96 Id. Transactions. Vol. XVI, 1-4. 4°..............Cambridge, 1896	Société des Sc. naturelles de Cambridge.
Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society. Vol. IX; X, 1-3..........Manchester, 1893-94	Société des Sc. naturelles de Manchester.
Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXVII, 3-4; XXVIII, 1-2. 4°........................Edinburgh, 1895 Id. Proceedings. Vol. XX. 8°...............Edinburgh, 1894-96	Société royale d'Édimbourg.
Proceedings of the Royal Physical Society of Edinburgh. Sessions 1894-96. 8°.........................Edinburgh, 1894-96	Société roy. de physique d'Édimbourg.
Transactions of the Edinburgh geological Society. Vol. VII, 2. 8°...................................Edinburgh, 1895	Société géologique d'Édimbourg.
Proceedings of the Royal Irish Academy. 3me série, vol. III, 3-5. 8°.................................Dublin, 1894-95 d. Transactions. Vol. XXX, 15-20. 4°..............Dublin, 1895	Académie royale d'Irlande.
Proceedings of the Royal Dublin Society. Vol. VIII, 3, 4. 8°. Dublin, 1895-96 Id. Transactions. Vol. V, 5-12; VI, 1. 4°.........Dublin, 1895-96	Société royale de Dublin.
Mémoires de l'Académie royale de Copenhague. Vol. VIII, 1. 4°....................................Copenhague, 1895 Id. Bulletin. 1895. 8°....................Copenhague, 1894-95 Oversigt over det Kongelige danske videnskabernes selskabs fohandlinger. 1894, 3; 1895, 1-4; 1896, 1-5. Copenhague, 1894-96 Mémoires section des sciences..................Copenhague, 1894 Descriptio iconibus illust. plantarum, etc. I-III.....Copenhague, 1894	Académie royale de Copenhague.
Ofversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Forhandlingar. Vol. LI, 9-10; LII, 1-4, 7-10; LIII,, 1. 8°.....Stockholm, 1895-96 Id. Handlingar. Vol. XVI-XVII. 4°............Stockholm, 1894-96 Id. Bihang. Vol. 20-21. 8°.................Stockholm, 1895-96 Id. Meteorologiska Jaktagelser. Vol. 33. 4°........Stockholm, 1895 On sveriges zoologiska hofstation Kristinenburg....Stockholm, 1895	Académie royale de Suède.

Sveriges offentliga Bibliothek. Accessions Catalog. 9-10. 8°. Stockholm, 1894-96	Bibliot. de Stockholm.
Entomologisk Tidjskrift. 15me et 16me années, 8°. Stockholm, 1894-95	Société entomologique de Stockholm.
Nova Acta Regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis. Vol. XV, 2. 4°...... Upsala, 1895	Société des Sciences d'Upsala.
Acta Universitatis Lundensis. Tomes XXX, XXXI. 4°. Lund, 1893-95	Université de Lund.
E Museo Lundii. Vol. II, 2. 4°...... Kjobenhavn, 1896	
Christiania Videnskabs-Selskabs. Forhandlinger 1894-95. 8°. Christiania, 1894-95	Société des Sciences de Christiania.
Id. Skrifter. math.-natur. Classe 1-6, 1894; historik-phil., classe 1-8, 1894...... Christiania, 1894-95	
Id. Oversigt pro 1894. 8°...... Christiania, 1895	
Archiv for Mathematik og Naturvidenskab. Vol. XVI, 2-4; XVII, 1-4. 8°...... Christiania, 1893-94	Université de Christiania.
Nyt. Magazin for Naturvidenskaberna. Tome XXXIV, 1. 8°. Christiania, 1893	
Bergens Museums Aarsberetning for 1893-95. 8°..... Bergen, 1896	Musée de Bergen.
Stavanger Museums Aarsberetning for 1893-95. 8° Stavanger, 1894-96	Musée de Stavanger.
Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St-Pétersbourg. 7me série, tomes XXXIX; XLI, 8-9; XLII, 2, 3, 5, 6, 9, 11, 13; 8me série, I-IV; atlas des vents en Russie. St-Pétersbourg, 1893-96	Académie impériale de St-Pétersbourg.
Id. Bulletin. 5me série, vol, I; II, 1; III, 1.. St-Pétersbourg, 1894-95	
Annalen des physikalischen Central-Observatoriums. Jahrg. 1893-1894. 1, 2. 4°...... St-Pétersbourg, 1894-95	Observatoire physique central de Russie.
Repertorium für Meteorologie. Bd. XVII. 4°... St-Pétersbourg, 1894	
Acta Horti Petropolitani. Vol. XIII, 2; XIV, 1; XV, 1. 8°..... St-Pétersbourg, 1894-95	Direction du Jardin impérial de St-Pétersbourg.
Sitzungsberichte der Naturforscher Gesellschaft. Bd. X, 3; XI, 1. 8°...... Dorpat, 1895-96	Société des Naturalistes de Dorpat.
Id. Archiv für die Naturkunde. Bd. XI, 1. 8°......... Dorpat, 1896	
Id. Schriften IX...... Dorpat, 1896	
Id. Synchron. Tabellen über Journal-Litteratur. 1650-1893. 4°. Dorpat, 1896	
Acta Societatis Scientiarum Fennicæ. Tome XX. 4°. Helsingfors, 1895	Société des Sciences de Finlande.
Œfversigt af Finska Vetenskaps-Soc. Förhandlingar. T. XXVI, XXVII. 8°...... Helsingfors, 1894-95	
Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk. Cahiers 54-56. 8°...... Helsingfors, 1894-95	
Observations publiées par l'Institut météorologique. Vol. 1889-1893 et XIII, XIV. 4°...... Helsingfors, 1894-96	
Travaux géographiques exécutés en Finlande, XIII.. Helsingfors, 1896	
Meddelanden of Societas pro fauna et flora fennica. 19-21. 8°. Helsingfors, 1893-94	Societas pro fauna et flora fennica.

Id. Acta. V, 3; VIII, IX, X, XII. 8°.........Helsingfors, 1890–95 Herbarium musei fennici, Ed. 2. I. II. 8°.....Helsingfors, 1889–94 Botanische Sitzungsberichte. H. 21, 1887-91......Cassel, 1889–95	Societas pro fauna et flora fennica.
Der jährliche Gang u. s. w der Luft in Russland. 1871–1890. .St-Pétersburg, 1894	Observatoire phys. central de Russie.
Beobacht. der russischen Polarstation an der Lena Mündung. 1te Th. 1882-1884......................St-Petersburg, 1895	Société impériale russe de Géographie.
Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. 1894, 3-4; 1895; 1896, 1-2. 8°............Moscou, 1894–96	Société des Naturalistes de Moscou.
Bulletin de la Société physico-mathématique de Kasan. 2me série, vol. IV, 3-4; V, 1-4. 8°....................Kasan, 1894-95	Société physico-mathématique de Kasan.
Abhandlungen der Kön. preussischen Akademie d. Wissenschaften zu Berlin aus den Jahren 1894-95. 4°..........Berlin, 1894-96 Id. Sitzungsberichte. 1894, 39-53; 1895, 1-53; 1896, 1-39. 8°..................................Berlin, 1894-96	Académie royale de Berlin.
Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. XLVI, 2-4; XLVII; XLVIII, 1-2. 8°................Berlin, 1894–96	Société géologique allemande.
Zenithdistanzen zur Bestimm. der Nordsee Inseln : Helgoland, Neuwerk, Wangerood........................Berlin, 1895 Untersuch. über den selbstregistrirenden Universalpegel zu Surnemunde. 4°...............................Berlin, 1895	Institut géodésique de Prusse.
Bericht der physikalisch-technischen Reichsanstalt. 5. 1894-96, Berlin, 1895–96	Institut physico-technique d'Allemagne.
72ter und 73ter Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterl. Cultur. 8°........................Breslau, 1895-96	Société des Sc. naturelles de Breslau.
Schriften der physikal.-œkonom. Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. XXXV-XXXVI. 4°..................Königsberg, 1895	Société de physique de Königsberg.
Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Dantzig. N. F. Bd. IX, 1. 8°.............................Dantzig, 1896	Société des Sc. naturelles de Dantzig.
Jahrbuch der Hamburgischen Wiss. Anstalten. Jahrg. XI et XII, mit Beiheften..........................Hamburg, 1894–95 Das Grundwasser in Hamburg, 3. 4°.............Hamburg, 1895	Institut scientifique de Hambourg.
Verhandlungen des Vereins für naturwissenschaftliche Unterhaltung zu Hamburg. VIII-IX.................. Hamburg, 1894–95	Société de récréations scientif. de Hambourg.
Berichte der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde. 1892–95. 8°.........................Hanau, 1895	Société des Sciences de Hanau.
Berichte über die Verhandl. der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. 1894, 2-3; 1895, 1-6; 1896, 1-3. 8°.Leipzig, 1894–95 Id. Abhandlungen. Bd. XXI, 3-6; XXII, 1-5. Jubelfeier II-V. 8°..................................Leipzig, 1895-96	Société royale des Sciences de Saxe.
Sitzungsb. der naturforschenden Gesellsch. 1892-94. 8°..Leipzig, 1895 Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 67, 5-6. 8°...Leipzig, 1895	Société des Sciences naturelles de Leipzig.
Jahrbuch des k. sächs. meteorologischen Institut. Jahrg. XII, 1te H., 1-2. 8°..........................Chemnitz, 1895	Institut royal météorologique de Saxe.

Id. Bericht pro 1894. 4°........................Chemnitz, 1895 Ergebnisse der meteor. Beobachtungen. 1895.......Chemnitz, 1895 Das Klima des k. Sachsen. Hefte 3. 4°............Chemnitz, 1895	Institut royal météorologique de Saxe.
Jahresbericht des Vereins für Naturkunde. 1894-95 Zwickau, 1895-96	Soc. des Sc. de Hanau.
Nova Acta Academiæ C. L Car. Germ. Naturæ Curiosorum. Bd. LI, LIV. 4°.......................Halle a. S., 1894-95 Catalog der Bibliothek. 1894-95. 8°..........Halle a. S., 1894-95 Abhandlungen 1893, 2, 4; 1894, 2, 4; Jubiläumschrift, 1895, 3-4. 8°.................................Halle a. S. 1895 Bericht. 1892. 8°...........................Halle a. S. 1892	Société des Sciences nat. de Halle a. S.
Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XXIX, 2. 8°. Iena, 1894	Soc. de méd. et d'hist. nat. de Iéna.
Nachrichten der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. 1894, 4; 1895; 1896, 1-2. 8°........Göttingen, 1894-96	Soc. royale des Sciences de Göttingen.
Schriften des naturwiss. Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. X, 2. 8°.......................................Kiel, 1895	Société des Sciences du Schleswig-Holstein.
Verhandlungen des naturhistorischen Vereins. Bd. LI, 2; LII; LIII. 8°..................................Bonn, 1894-95	Société d'Hist. naturelle de la Prusse rhénane.
22ter-23ter Jahresberichte des Vereins f. Wissenschaft u. Kunst. 8°. Münster, 1894-95	Société des Sciences de Westphalie.
Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. 1895-96. 8°.......................Frankfurt a/M., 1895-96 Id. Verhandlungen. Bd. XVIII, 3-4; XIX, 1-4. 8°. Frankfurt a/M., 1895-96 Id. Abhandlungen.. XXII. 8°...............Frankfurt a/M., 1895	Société Senckenbergienne.
Sitzungsberichte der niederrheinische Gesellschaft für Nat. und Heilkunde. 1895-96, 1, 2....................Bonn, 1895-96	Société des Sciences naturelles et médicales du Bas-Rhin.
Jahreshefte des Vereins für vaterlandische Naturkunde, n°s 51-52. 8°.................................. Stuttgart, 1894-96	Société des Sciences nat. de Wurtemberg.
Berichte über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Freiburg in Baden, Bd. IX, 1-3. 8°. Freiburg in Baden, 1894-95	Société des Sciences naturelles de Fribourg en Brisgau.
Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Fin 1894 et 1895-96. 8°...........................Mulhouse, 1894-95	Société industrielle de Mulhouse.
Abhandlungen der math.-phys. Classe der k. Akademie der Wissenschaften. Bd. XVIII, 3; XIX, 1. 4°........München, 1895-96 Id. Sitzungsberichte, 1894, 4; 1895, 1-3; 1896, 1-2. 8°. München, 1894-96	Académie de Munich.
Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morpho-und Physiologie in München. 1894-95, 1. 8°...................München, 1895	Société de Morphologie et de Physiologie à Munich.
Berichte der Bayerischen botanischen Gesellschaft. Bd. IV. 8°. München, 1896	Société botanique de Bavière.

Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. 1894, 1-10; 1895, 1-9. 8°.....Würzburg, 1895-96 Id. Verhandlungen. Bd. XXVIII-XXIX. 8°......Würzburg, 1895-96	Société physico-médicale de Würzbourg.
32ter Bericht des naturhist. Vereins in Augsburg. 8°. Augsburg, 1896	Soc Sc. nat. d'Augsbourg.
Sitzungsberichte der phys.-med. Gesellschaft zu Erlangen. Heft 26-27. 8°............................Erlangen, 1894-96	Société physico-médicale d'Erlangen.
16ter Bericht. 1890-95. 8°........................Passau, 1895	Société d'Histoire naturelle de Passau.
Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathem.-naturwiss. Klasse. 1te Abtheilung. CII-CIV. — 2te Abtheilung. *a.*, CII, 8-10; CIII-CIV. *b.*, CII, 8-10; CIII-CIV. — 3te Abtheilung. CII, 8-10; CIII-CIV. 8°..............Wien, 1893-95 Id. Denkschriften. Vol. LX-LXII. 4°..............Wien, 1893-95	Académie imp. des Sc. de Vienne.
Jahrbuch der k. k. geologischen Reichanstalt. Bd. XLIV, 2-4; XLV; XLVI, 1. 8°..........................Wien, 1894-96 Id. Verhandlungen. 1894, 10-18; 1895; 1896, 1-12. 8°. Wien, 1894-96 Id. Abhandlungen. Bd. XVIII, 1. 4°.................Wien, 1896	Institut géologique d'Autriche.
Mittheilungen der Section für Naturkunde des östereichischen Touristen-Club. Jahrg. 6, 7. 4°...................Wien, 1894-95	Club des Touristes autrichiens.
Verhandlungen der k. k. zoologische-botanischen Gesellschaft in Wien. Bd. XLIV, 3-4; XLV; XLVI, 1-9. 8°......Wien, 1894-96	Société zoologique-botanique de Vienne.
Astronomische Arbeiten des k. k. Gradmessungs-Bureau. 4°. Publicationen für international Erdmessung. 4°....Wien, 1894-95 Id. Verhandlungen. Vol. VI. 8°......................Wien, 1895 Id. Protocolle. 19................................Wien, 1895	Bureau géodésique de Vienne.
Bericht über die 19-21te Vereinsjahren. 8°...........Wien, 1896	Société imp. de Géographie de Vienne.
Annalen der k. k. naturhistorischen Hofmuseums. Bd. X, 3-4; 8°..Wien, 1895	Musée de Vienne.
Mittheilungen des naturwiss. Vereins für Steiermark. 1895. 8°. Graz, 1896	Société des Sciences naturelles du Steiermark.
Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1894-95. 8°.......Prag, 1895-96	Observatoire de Prague.
Sitzungsberichte der k. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. Jahrg. 1894. 8°..........................Prag, 1895 Id. Jahresbericht. 1894. 8°......................Prag, 1895	Société des Sc. naturelles de Bohême.
Bulletin international de l'Académie François-Joseph Ier. Classe des Sciences. 1895, II. 8°.......................Prag, 1895	Académie François-Joseph.
Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus. 1895; 1896, 1-9. 8°........Cracovie, 1895-96	Académie des Sciences de Cracovie.
Magyar Tudomanyos Akad. Almanach. 1894-96. 8°. Budapest, 1894-96 Id. Mémoires des sciences naturelles. XXIII, 3-12. 8°. Budapest, 1894-95	Académie hongroise.

Id. Mémoires des sciences mathématiques. XIII, XXIV, XV. 8°. Budapest, 1894-95	Académie hongroise.
Id. Bulletin. XI, 6-9; XII; XIII. 8°...........Budapest, 1895-96	
Id. Mémoires publiés. XXV, 4-5; XXVI, 1-5. 8°..Budapest, 1894-96	
Id. Berichte. XI-XIII. 8°....................Budapest, 1894-96	
Id. Rapport. 1893-95. 8°....................Budapest, 1894-96	
Georgius de Hungaria arithmetikaja 1499...........Budapest, 1894	
Catalogue des ouvrages publiés. 1831-1895.........Budapest, 1896	
Meteorologische Zeitschrift. Hefte 11.................Wien. 1894	Bureau central météorologique d'Autriche.
Jahrbuch 1892. Bd, XXIX. 4°.......................Wien, 1894	
Relative Schwerebestimm. durch Pendelbeobacht. 1892-94. 8°. Wien, 1895	Ministère de la marine autrichienne.
Bulletin de la Société des naturalistes de Jassy. Vol. VIII, 3; IX, 5, 6; X, 1. 8°..........................Jassy, 1894-96	Société des Naturalistes de Jassy.
Orvos-Termeszettudomanyi Ertsitö. XIX, 2-3; XX, 2-3. 8°. Koloswart, 1894-95	Société scientifique de Koloswar.
Sitzungsberichte der medic. wissensch. Section des siebenbürgische Museumverein Nepszern-Szak. XXI, 18.....Koloswart, 1896	
Mémoires et Comptes rendus de la Société royale du Canada. Tomes XII, index I to XII. 2me série, T. I. 4°.....Ottawa, 1895	Société royale du Canada.
Contribution to Canadian Palæontology. Vol. II, 1; III, 2. 8°. Ottawa, 1895	Geological Survey du Canada.
Rapport de la Commission de géologie. Tome VI, 8°....Ottawa, 1896	
Maps 364-372; 379-390; 550, 551. Folio..........Ottawa, 1895	
Transactions of the Canadian Institute. 1895. 8°......Toronto, 1896	Institut Canadien.
Proceedings and Transactions of the Nova Scotian Institute of Science. 2me série, I, 3; VIII, 4; IX, 1. 8°.....Halifax, 1895-96	Institut de la Nouvelle-Écosse.
Report of the Secretary of Agriculture for 1893. 8°. Washington, 1894	Département de l'Agriculture des États-Unis.
Division of Entomology; bulletins divers. 8°...Washington, 1895-96	
The common crow of the U.S. / The jack-rabbits of the U.S. 8°.......................1895	
North American Fauna, Vol. II, 8-10-12. 8°..Washington, 1895-96	
Contributions to North American Ethnology. Vol. IX. 4°. Washington, 1894	Institution Smithsonienne.
The Pamunkey Indians. 8°...................Washington, 1894	
10th, 11th and 12th Annual Report of the Bureau of Ethnology. 8°. Washington, 1893	
Bureau of Ethnology. An ancient quarry, etc ....Washington, 1893	
» » List of publications........Washington, 1893	
Bibliography of the Wakashan languages. 8°......Washington, 1894	
Smithsonian miscellaneous Collections, 854, 970-972, 1031, 1037. 8°...........................Washington, 1894-95	
Smithsonian contributions to knowledge ......Washington, 1895-96	
Hodgkins Fund. 989.....................Washington, 1895-96	

On account of the Smithsonian Institute, its origin, etc. Washington, 1895	Institution Smithsonienne.
Bulletin of the United States National Museum. 48. 8°. Washington, 1895	
Id. Proceedings. Vol. XVII. 8° .... Washington, 1895	
Annual Report of the Board of Regents, 1892-93. 8°.. Washington, 1895	
Bulletin of the U. S. Geological Survey. N°s 118-126; 128, 129; 131, 134. 8°...................... Washington, 1895	Geological Survey des États-Unis.
Id. Monographs. Vol. XXIII-XXIV. 4° .... Washington, 1894	
Id. 12th to 16th Annual Reports. 4°.......... Washington, 1893-95	
Atlas, folio 1-6 et 8-12...................... Washington, 1894	
Proceedings of the American Association for the Advancement of Science. Vol. 42-44. 8°..................... Salem, 1894-96	Association américaine p^{r} l'avancement des Sciences.
Bulletin of the Philosophical Society of Washington. Vol. IV, (1881); vol. V (1883). 8°.............. Washington, 1881-83	Société philosophique de Washington.
The Geolog. and Natural History Survey of Minnesota, 1st Report of the State geologist. 8°................... Minneapolis, 1892	État de Minnesota.
New York State Museum, Annual reports, 47. 8°.... New York, 1894	Musée de New-York.
Annals of the New-York Academy of Sciences. Vol. III, 13; Index Contents 1883-85; V, 9-12; Extra, 1-3; vol. VII, vol. VIII, 5-12; IX, 1-3. 8°......................... New-York, 1895	Académie des Sciences de New-York.
Id. Transactions. Vol. IX, 34; X, 1; XIII, XIV. 8°. New-York, 1894-95	
Transactions of the Meriden scientific Association. Vol. VII. 8°. Meriden, 1895	Société scientifique de Meriden.
Bulletin of the Buffalo Society of the natural sciences. 1894, 4. 8° .... Buffalo, 1894	Société des Sciences nat. de Buffalo.
Reports for the years 1894-96 of the Observatory of Yale University. 8°............................ New-Haven, 1895-96	Observatoire de Yale.
Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. N. S. Vol. XXI-XXII. 8°.................... Boston, 1894-95	Académie américaine des Sciences et des Arts.
Tufts College Studies, n°s 4. 8°............... Tufts College, Mass.	Collége de Tuft.
Memoirs of the Boston Society of Natural History. Vol. III, 14; V, 1-2. 4°................................ Boston, 1894-95	Société des Sciences de Boston.
Id. Proceedings Vol. XXVI, XXVII. 8°........... Boston, 1894-96	
Id. Occasional Papers. Vol. I, 2. 8° .... Boston, 1894	
6th and 7th annual Reports of the Missouri Botanical Garden. St-Louis, 1895-96	Jardin botanique du Missouri.
Memoirs of the Museum of Comp. Zoology at Harvard College. Vol. XVII, 2-6; XVIII; XIX; XX, 1. 4°...... Cambridge, 1895-96	Musée de Zoologie comparée de Harvard College.
Id. Bulletin. XXV-XXVII; XXVIII, 2; XXIX, 1-6; XXX, 1-2. 8°................................. Cambridge, 1864-95	
Id. Annual Report, 1893-95................ Cambridge, 1894-95	

Annals of the Astronomical Observatory at Harvard College. Vol. XXXII, 1; XXXIV; XXXV; XL, 3-4; XLI, 3. 4°. Cambridge, 1894-95 Id. Reports, 1894-95 .... Observations of the New England Weather Service. 1892-93	Observatoire de Harvard College.
Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XI, 4. 4° .... Cambridge, 1896	Académie de Cambridge.
Bulletin of the Essex Institute. Vol. XXV, 4-12; XXVI, 1-3. 8° .... Salem, 1893	Institut de l'Essex.
Proceedings of the Academy of Natural Sciences; 1894, 1-3; 1895, 1-3; 1896, 1. 8° .... Philadelphia, 1894-95 Id. Journal, 2nd ser. Vol. IX, 4; X, 2-3. 4°.. Philadelphie, 1894-96	Académie des Sciences nat. de Philadelphie.
Transactions of the Wagner free Institute. Vol. III, 3 et IV. 8°. Philadelphia, 1895-96	Institut Wagner.
John Hopkins University circulars, nos 116-126. 4°. Baltimore, 1895-96	Université J. Hopkins.
Proceedings of the Rochester Academy of Science. Vol. II, 3-4; III, 1. 8° .... Rochester, 1894-95	Académie de Rochester.
38th Report of Chicago Acad. of Sciences............ Chicago, 1896 Id. Bulletin. II, 2.......................... Chicago, 1896	Académie des Sciences de Chicago.
Report on the progress of the Land Survey. 8°............... 1894	Institut d'Albany.
Transactions of the Connecticut Academy of Sciences. Vol. IX, 2. 8° .... New Haven, 1895	Société des Arts et Sciences du Connecticut.
Proceedings. Vol. II, p. 3. 8° .... Portland, Maine	Société d'Hist. naturelle de Portland.
Colorado College Studies. 5th annual public. 8°. Colorado Springs, 1894	Colorado College.
Transactions of the Academy ot Science. Vol. VI, 9-18; VII, 1-3. 8° .... St-Louis, 1893-95	Académie de St-Louis.
Journal of comparative Neurology. Vol. IV, V. 8°..... Granville, 1895	Les Éditeurs.
12th-13th Reports of the Board of Trustees of the public Museum of the city of Milwaukee. 8°.......... Milwaukee, 1894-95	Société scientifique du Wisconsin.
Transactions of the Wisconsin Academy. Vol. X, 8°.. Madison, 1894-95	Académie du Wisconsin.
Transactions of the American Philosophical Society, Vol. XVIII, 2-3. 4° .... Philadelphia, 1895-96 Id. Proceedings. Nos 143-150. 8° .... Philadelphia, 1894-96	Société américaine des Sciences naturelles.
Id. Proceedings. Second ser. Vol. IV, 1-2; V, 1-2. 8°. San Francisco, 1894-95 Id. Memoirs. Vol. II, 4-5. 4° .... San Francisco, 1895	Académie des Sciences de Californie.
Memorias y Revista de la Sociedad cientifica Antonio Alzate. Vol. VIII-IX, 1-10. 8° .... Mexico, 1894-96	Société A. Alzate.
Boletin del Observatorio de Tacubaya. Vol. I, 19-25. 8°. Tacubaya, 1894-96 Id. Annuario, XVI, XVII. 8° .... Mexico, 1895-96	Observatoire de Tacubaya.

Annuarios poro 1895, 1896. 8°...........Rio de Janeiro, 1894-95 Méthode graphique pour la détermination des heures approchées des éclipses de soleil.....................Rio de Janeiro, 1894 Le climat de Rio de Janeiro................Rio de Janeiro, 1892 Determincao de posicao geographicas de Rodeio, Entre-Rios, etc. Rio de Janeiro, 1894	Observatoire de Rio de Janeiro.
Boletin de la Comision geologica de Mexico. N°s 1-2. Folio. Mexico, 1895	Institut géologique du Mexique.
Actes de la Société scientifique du Chili. Vol. IV. 4, 5. 8°. Santiago, 1895 Verhandlungen des deutschen wiss. Vereins zu Santiago. Vol. III, 1-2. 8°.................................Santiago, 1895	Société scientifique du Chili.
Boletin de la Academia nacional de Ciencias en Cordoba. XIV, 1-4. 8°...........................Buenos Ayres, 1894-96	Académie des sciences de Cordoba.
Anales del Museo nacional. Vol. III-V. 8°......Montevideo, 1895-96	Musée de Montevideo.
Anales del Museo nacional de Buenos Ayres. IV, 1895. Buenos Ayres, 1895	Musée de Buenos Ayres.
Documentos. 1^{a} Esposition centramericana..........San José, 1896 Informa presentada al Secretario de Estado. 8°......San José, 1895 Informa : Antiguëdades.........................San José, 1896	Musée de Costa Rica.
Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. 1894, 1-7. 9-10; 1895, 1-10; 1896, 1-6. 8°................Calcutta, 1894-96 Id. Journal, 53, 54, 55. 8°.................Calcutta, 1894-96 Id. Annual Address.........................Calcutta, 1894	Société asiatique du Bengale.
Records of the Geological Survey of India. Vol. XXVII, 4; XXVIII, 1-4; XXIX, 1-4. 8°.....................Calcutta, 1894-96	Commission géologique de l'Inde.
Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandische-Indië. Vol. LXIV, 8°......................................Batavia, 1895-96 Id. Supplem. Catalogue. 1883-93.................Batavia, 1895 Id. Bœckwerken. 1895..........................Batavia, 1896	Société roy^{le} des Sciences des Indes néerland^{ses}.
Id. Report of the Astronomer. 1894-95. 4°..............1895-96 Catalogue of 1713 stars of the equinox 1895 Results of meridian observations. 1885-1887 ....London, 1895	Observatoire du Cap.
Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. Vol. IX, 2 p., 3-4; X, 1-4; suppl. XXI. 8°............Sidney, 1894-96 Results of rain, river and evaporation studies in N. S. Wales in 1893......................................Sydney, 1894	Société Linnéenne de la Nouvelle Galles du Sud.
Proceed^{gs} of the Royal Society of Victoria. Vol. VII. 8°. Melbourne, 1894	Société roy. de Victoria.
Transactions of the Royal Society of South Australia. Vol. XVI, 3; XVIII, XIX. 4°.......................Adelaïde, 1894-96	Société royale de l'Australie du Sud.
Proceedings of the Royal Society of Queensland. Vol. XI, 1-2. 8°.......................................Brisbane, 1896	Société royale du Queensland.

Annales d'oculistique. Tome CXIII, 1-6; CXIV, 1-6; CXV, 1-6; CXVI, 1-6	Dr Sulzer.
Résultats des campagnes scientifiques, fasc. VII, VIII et IX. Monaco, 1894 Sur les premières campagnes scientifiques de la « Princesse Alice. » 4°. Paris, 1895 Sur la deuxième campagne id. Monaco, 1895 *Th. Schlœsing fils et Jules Richard.* Recherche de l'Argon dans les gaz de la vessie natatoire des poissons et des physalix	Son Altesse le prince de Monaco.
El Instructor : Periodico cientifico y literario. XI, 7-12; XII, XIII, 18. Aguascalientes, 1894-95	Les éditeurs.
Atti e rendiconti dell' Academia di scienze et arti. Nuova seria. Vol. V, 1893. Aci Reale, 1894	Académie d'Aci Reale.
Meteorologische Zeitschrift. Heft 11. Wien, 1894	Les éditeurs.
Societatum literæ. Vol. VIII, 10-12; IX, 10-12; X, 1-6. Frankfurt a./O., 1894-96 Helios. Jahrg. XII, 7-12; XIII, 1-12. Frankfurt a./O., 1894-96	Prof. Dr Ernst Huth.
Bulletin de la Société belge de paléontologie. Géologie et hydrologie. 1888-94	La Société.
Prof. J. Früh. Die Erdbeben der Schweiz in 1893. 4°. Zurich, 1893	La Commission des tremblements de terre.
Proceedings of the litterary and philosophical society of Liverpool. 1895-96, t. L	La Société.
Dr Th. Kjerulf. Beskrivelse of en Rackke norska Bergarter. Kristiania, 1892	Université de Christiania.
A. Wolfer. Zur Bestimmung der Rotationszeit der Sonne. Zurich, 1896	Société des Sciences naturelles de Zurich.
Annales de la Associacion de ingeniores y arquidectos de Mexico. 1895, IV, 10-12	La Société.
G.-O. Sars. On account of the Crustacea of Norway. Vol. II, 1-2	Bergen Museum.
Versuche über das magnetische Verhalten des Eisens. 8°. Wien, 1895	Ministère des affres étrangères d'Autriche.
Prof. F. Sacco. Essai sur l'origine de la terre. 8°. Torino, 1895	Musée royal géologique de Turin.
Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen. Neue Folge. Bd. I, Heft 1 et 2	Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der biologische Anstalt auf Helgoland.
Bulletin de la Société neuchâteloise de Géographie. Vol. VIII, 1894-95. Neuchâtel, 1895	La Société.
F.-A. Forel. Le Léman, monographie limnologique. Vol. 2. 8°. Lausanne, 1895	M. Ed. Sarasin.
Société scientifique et Station zoologique d'Arcachon. Paris, 1895	La Station d'Arcachon.

Gaston Féral. Observations météorologiques sur les pluies générales et les tempêtes. Nouvelle édition..........Montauban, 1896
Preud'homme de Borre. Sur une capture en Belgique du *Pyrrhocoris marginatus Kol*.......................Bruxelles, 1896
M.-A. Perot. Sur l'existence et la propagation des oscillations électro-magnétiques dans l'air. 8°. ....Marseille, 1894
Dr Prof. Heim et *Dr Schmid.* Carte géologique de la Suisse au 1 : 500000. Folio.......................Zurich et Bâle, 1894
Internationale Erdmessung. Das schweizerische Dreieckenetz. Vol. VI. 4°................................Zurich, 1894
Dr Rudolf Wolf. Astronomische Mittheilungen. LXXXII, LXXXIII, LXXXIV, LXXXVI. (Publié par A. Wolfer). 8°. Zurich, 1893-94
M.-J. Buchanan. Sur la densité et l'alcalinité des eaux de l'Atlantique et de la Méditerranée. 4°...................Paris, 1893
Raoul Pictet. 7 brochures traitant ses expériences et études sur les influences des basses températures. 4°...........Paris, 1894
Ch. Janet. Études sur les fourmis. 8°...............Paris, 1894
Id. Sur le système glandulaire des fourmis ; sur les nids de *Vespa crabes*. 4°.................................Paris, 1894
Édouard Harlé. Observations sur l'altitude du Département de la Gironde pendant le quaternaire. 8°.................Paris, 1894
Id. Restes d'hyènes rayées. Hautes-Pyrénées. 8°.......Paris, 1895
Id. Restes d'hyènes rayées quaternaires de Bagnères de Bigorre (Hautes-Pyrénées). 4°........................Paris, 1895
Auguste Fischner. La phénomène fondamental du système solaire. 8°.................................Leipzig, 1895
Id. La configuration du système solaire. 8°. ....Leipzig, 1895
Henry Wilde, F. R. S. Deux tirés à part, traitant de questions physiques et chimiques. 8°..................Manchester, 1895
De Candolle, C. Monographiæ Phanerogamarum. Vol. IX. *Bromeliaceæ*, par *Carl Mez*........................Paris, 1896
Prof. Jaques Brun. Diatomées lacustres, marines ou fossiles........
Marc Micheli. Le Jardin du Crest..................Genève. 1896
Jules Marcou. Biographical notes on Louis Pasteur...Cambridge, 1896
E. Burnat. Flore des Alpes maritimes. Catalogue raisonné. Vol. II.....
D^r St-Lager. Onothera ou Œnothera. Les ânes et le vin. 8°.....Paris
Id. Les Gentianella du groupe grandiflora,..................Paris
Id. Les nouvelles flores de France ....Paris
Id. La vigne dn mont Ida et le Vaccinium ....Paris
Sam.-H. Scudder. The fossil cockroaches of North America. 4°. Montréal, 1894
Dr Otto Kuntze. Geognotische Beiträge. 8°.........Leipzig, 1895

Les auteurs.

Xavier Raspail. Durée de l'incubation de l'œuf du coucou et de l'éducation du jeune dans le nid. 8°................Paris, 1895
Dr O.-E. Imhof. Thierwelt der hochalpinen Seen. 8°. .Zurich, 1895
Franz Lesska. Integrale Aufgaben. Folio...........Debreczin, 1895
Charles Janet, ing. d. arts et manuf. Études sur les fourmis, les guêpes et les abeilles. Xe et XIe notes. 8°. Beauvais et Limoges. 1895
Prof. C. Schreiber. Ueber registrirende Regenmesser und Pegel. 4°.......................................Münster, 1895
Édouard Harlé. Daim quaternaire de Bagnères-de-Bigorre (Htes-Pyrénées). 8°..................................Paris, 1895 — Les auteurs.
John-René Benoit. Nouvelles déterminations des mètres étalons; mètres prototypes et étalons. 4°...................Paris, 1895
John Briquet. Les Labiées des Alpes-Maritimes. P. 1-3. 8°. Genève et Bâle, 1891-95
Petri de Vescovi. Zoologicæ res. Ann. I, 2, 1894. 8°...Rome, 1894
Prof. Dr H. Dor. 16 brochures 8° traitant de l'ophtalmologie. (Extraits)..
H.-C. Russel. 5 brochures traitant l'astronomie et la météorologie.................................Brisbane, 1894-95

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
TOME XXXII. — N° 6.

RECHERCHES

SUR LES

NERFS DE LA VIIIME PAIRE CRANIENNE

ET SUR LES

FONCTIONS DU CERVEAU ET DE LA MOELLE

CHEZ LES GRENOUILLES

AVEC UN APERÇU COMPARATIF
DES FONCTIONS DU SYSTÈME NERVEUX CENTRAL
DANS LA CLASSE DES BATRACIENS

PAR

Catherine SCHÉPILOFF

AVEC 66 FIGURES DANS LE TEXTE ET UNE PLANCHE

GENÈVE
IMPRIMERIE REY & MALAVALLON
1895

RECHERCHES

SUR LES

NERFS DE LA VIIIme PAIRE CRANIENNE

ET SUR LES

FONCTIONS DU CERVEAU ET DE LA MOELLE

CHEZ LES GRENOUILLES

INTRODUCTION

Les phénomènes si remarquables qui accompagnent les lésions de la VIIIme paire ou des labyrinthes chez les *batraciens* ont été interprétés de façons très différentes par les divers expérimentateurs qui les ont étudiés.

Voici les principales interprétations qui en ont été données :

Pour le prof. Goltz les nerfs auditifs donneraient à l'animal la notion de l'équilibre de son corps : la destruction de ces nerfs, en privant l'animal de ce sens, déterminerait une déséquilibration des mouvements et de la position. Mais qu'est-ce que le sens de l'équilibre?

Le prof. Schiff envisage la chose de la manière suivante : Pour lui les sensations venant de la VIIIme paire renseignent l'animal sur les mouvements de translation ou plutôt sur l'accélération des mouvements de translation de son corps et surtout de sa tête. « Le labyrinthe agit en déterminant des mouvements réflexes comme le font les sens auxquels il a souvent été comparé. Une rotation passive du corps à gauche, par exemple, éveille la sensation de la propulsion du corps dans cette direction, et le mouvement réflexe qui en naît est de nature à tourner le corps

à droite. La sensation d'une flexion forcée de la tête en bas, ou d'une rotation du corps dans cette direction, fait élever la tête en haut, etc., etc. Donc : les mouvements du corps, qui naissent par une excitation du labyrinthe ou de ses nerfs, sont des *mouvements de défense,* qui tendent à combattre la représentation mentale d'un mouvement en sens contraire. » Je dirai plus loin, en examinant les divers symptômes que présentent les animaux opérés, comment tous ces symptômes peuvent être expliqués dans cette théorie par les mouvements de l'endolymphe.

Enfin le prof. Ewald estime que l'opération en question produit un défaut d'équilibre dans la motilité de l'animal : les nerfs auditifs tiendraient d'après lui sous leur dépendance certains groupes de muscles de la tête, du tronc, du cou et des membres, et leur lésion produirait une parésie de ces muscles et par conséquent une prédominance dans l'action des muscles antagonistes. C'est le tonus des muscles, qui sont en rapport avec le labyrinthe, qui est modifié par la lésion de celui-ci, de là le nom de « *tonuslabyrinth* » que M. Ewald donne à la portion non-auditive du labyrinthe.

Il s'agit donc d'un phénomène moteur pour M. Ewald, tandis que M. Goltz et M. Schiff affirment que nous avons affaire à un phénomène purement psychique, sensoriel. Pour Cyon, Mach et Brener aussi, le labyrinthe est une source de sensations très importantes pour le maintien de l'équilibre du corps.

Quoi qu'il en soit de l'explication de ces phénomènes, toujours est-il qu'ils présentent une analogie remarquable avec les symptômes qui accompagnent certaines lésions du cerveau et de la moelle chez les batraciens : position du corps inclinée latéralement, mouvements de manège et en cercle, tout cela se retrouve dans les sections unilatérales faites dans le cerveau et la moelle.

Il était donc intéressant de rechercher les rapports des centres nerveux avec les nerfs auditifs et de déterminer les centres qui président à ces fonctions d'équilibration. Pour les lésions de la VIIIme paire le sens de l'inclinaison du corps a été nettement défini, mais l'étude du mouve-

ment de manège, par contre, a été le plus souvent négligée; les auteurs se bornent à déclarer que le sens du mouvement de manège n'ayant pas été constant dans leurs expériences, ils considèrent en conséquence ce symptôme comme secondaire (Girard, Ewald), et le laissent de côté. Les mouvements de manège ont été mieux étudiés dans leurs rapports avec les lésions des centres. Mais, ici aussi, les auteurs ne se montrent pas d'accord ni sur les résultats obtenus, ni sur la manière de les interpréter.

Tandis que Henle et plus tard Gratiolet et Loven essayent d'expliquer le manège par un vertige visuel, Brown-Sequard et Vulpian s'élèvent contre cette manière de voir et Vulpian dit : « Il y a une sorte de tendance vertigineuse qui entraîne l'animal, mais remarquez que je vous parle uniquement d'une tendance d'origine encéphalique; car je n'admets point la théorie qui voudrait rattacher les mouvements de rotation déterminés par les lésions de l'isthme cérébral à un vertige causé par un trouble des fonctions des organes des sens, des yeux en particulier. » Vulpian pense, d'accord en cela avec Flourens, qu'il s'agit d'une tendance *impulsive* d'origine encéphalique, qui détermine le vertige et la rotation dans une direction déterminée, indépendamment même de la position de la tête et des membres; or c'est précisément cette position asymétrique de la tête et des membres que le prof. Schiff invoque pour expliquer le mouvement de manège.

Ici, comme pour les lésions de la VIIIme paire, les uns cherchent à interpréter les phénomènes par une influence psychique, les autres par une influence mécanique. Mais les auteurs n'ont guère cherché à déterminer s'il existe des rapports entre les symptômes qui accompagnent les lésions des centres et ceux qui sont consécutifs aux sections des nerfs auditifs. Je me suis donc proposé l'étude de tous ces phénomènes et la recherche des liens qui les unissent.

Nos connaissances sur les fonctions générales des diverses parties du système nerveux central des grenouilles étant en somme assez incomplètes, malgré la littérature très riche de cette question, je me suis efforcée de les compléter et de les étendre aux autres représentants de la classe des batraciens.

Voci la liste des questions que je me suis proposé d'étudier dans le présent travail :

1° Établir s'il existe un rapport entre la position du corps et le mouvement de manège dans les lésions des nerfs auditifs. Bien définir le sens de ce mouvement de manège.

2° Déterminer, si possible, la nature de ces phénomènes. Sont-ils d'origine motrice ou purement sensible, psychique?

3° En supposant que ces symptômes ont une origine purement psychique, peut-on arriver à les modifier en mettant l'animal sous l'influence d'une autre action psychique?

4° Tâcher de séparer par l'opération les deux fonctions des nerfs auditifs : la fonction d'équilibration et celle de l'audition, en sectionnant isolément les deux branches *ramus anterior* et *ramus posterior* de la VIII[me] paire, branches dont la disposition anatomique correspond assez exactement aux deux divisions de l'oreille interne, la partie vestibulaire et la partie cochléaire.

5° Déterminer le centre de l'audition.

6° Déterminer le centre qui régit les phénomènes d'équilibration.

7° Étudier le sens des mouvements de manège qui accompagnent les lésions du cerveau et de la moelle, ainsi que la position du corps consécutive à ces lésions.

8° Comparer ces symptômes avec ceux qui accompagnent les lésions des nerfs auditifs, et voir s'il existe des liens qui unissent tous ces phénomènes.

9° Voir dans quel rapport ces phénomènes se trouvent vis-à-vis des autres organes des sens (nerfs optiques) ou des nerfs sensibles du corps (trijumeaux, etc.).

10° Enfin, à côté des phénomènes d'équilibration, étudier aussi ceux qui se rapportent aux fonctions de la vie végétative, et tâcher de déterminer plus exactement leurs centres respectifs.

11° Compléter cette étude par des comparaisons avec les autres batraciens : tritons, crapauds.

EXPÉRIENCES

I

Existe-t-il une relation entre les deux symptômes : inclinaison du corps et mouvement de manège, qui accompagnent les lésions des nerfs auditifs ?

A. Description des symptômes qui accompagnent la section **complète** du tronc de l'acoustique ou la destruction **totale** du labyrinthe membraneux.

Procédé opératoire. Ces opérations ont été faites sur les deux espèces de grenouilles Esculenta et Temporaria ; les symptômes observés sont toujours les mêmes. La section du tronc de l'auditif peut se faire de deux manières : par en haut en ouvrant le crâne, ou bien par en bas, c'est-à-dire par la cavité buccale, c'est le procédé du prof. Schiff ; il permet de couper le nerf sans ouvrir la boîte crânienne, ce qui a l'avantage d'écarter toute objection relativement à une lésion possible des centres pendant l'opération. Cependant cette objection n'a en réalité aucune valeur, et j'ai pratiqué les deux manières, en usant de l'une ou de l'autre selon les circonstances, toujours avec les mêmes résultats.

Pour détruire le labyrinthe, il faut ouvrir la capsule auditive ; ceci peut aussi se faire par en haut ou par en bas ; par le trou pratiqué on introduit soit un petit crochet, soit les extrémités d'une petite pince très fine, on ramène au dehors tout le labyrinthe membraneux ; pour être sûr d'avoir tout enlevé, M. Ewald conseille de faire pénétrer un tout petit fragment d'éponge dans la cavité vidée et de nettoyer celle-ci complètement. L'opération terminée, on ramène les deux lambeaux de la peau de la tête ou de la muqueuse buccale au-dessus de la plaie, et on les réunit par quelques points de suture à la soie blanche. L'emploi des antiseptiques est inutile et même nuisible, des lavages à l'eau pure suffisent parfaitement, il faut seulement

tenir très propres les animaux opérés, sur des assiettes recouvertes d'une cloche de verre, avec un peu d'eau qu'il faut renouveler tous les jours.

1° Lésion bilatérale.

Position du corps. L'animal paraît normal au premier abord, mais à une observation plus attentive on remarque qu'il tient la tête un peu abaissée d'ordinaire, et pas toujours très symétrique, mais quelquefois penchée d'un côté ou de l'autre indifféremment.

Placé sur le dos, par terre ou sur l'eau, il reste longtemps dans cette position sans chercher à se relever, souvent il fait, tout en restant couché sur le dos, des mouvements avec les quatre membres, comme s'il courait, mais sans se relever.

Mouvements. Il reste tranquille de longues heures dans telle position qu'on lui donne, sans changer de place; quand on l'excite, il se met en mouvement difficilement, baisse la tête, et recule plutôt qu'il n'avance. Lorsqu'il se décide à sauter, il prend pendant le saut une direction plus verticale que normalement, et surtout dans les premiers temps retombe souvent sur le dos. En marchant il titube et se balance ou se dandine d'un côté à l'autre.

Natation. Dans l'eau il a une position plus verticale que normalement, mais il nage comme un animal sain soit en barbottant à la manière des chiens, ou bien se lance en avant dans un mouvement rapide, les bras collés au corps, en se poussant des jambes; c'est le mode de natation que Steiner nomme « völlig coordinirt schwimmen. » Souvent l'animal nage sur le flanc ou couché sur le dos, avec une grande rapidité, malgré la position insolite de son corps, dont il ne paraît pas s'apercevoir.

Après avoir nagé quelque temps, il coule au fond de l'eau sans paraître s'en apercevoir, l'asphyxie le gagne peu à peu sans qu'il sache remonter à la surface et il meurt ainsi sans protester.

Réaction sur un plan incliné. Lorsqu'on place une grenouille normale sur un plan horizontal et qu'on incline ce plan en avant ou en arrière, ou latéralement, la grenouille réagit en s'inclinant en sens inverse du mouvement imprimé à la planchette, afin de se maintenir toujours dans une position horizontale; elle tâche aussi de monter toujours plus haut à mesure que l'inclinaison devient plus forte. La grenouille avec les nerfs auditifs sectionnés ne réagit pas du tout dans ces conditions, elle reste absolument impassible, et lorsque l'inclinaison atteint un certain degré elle se laisse tomber lourdement comme une masse.

Réaction aux mouvements de rotation. Si l'on place sur un disque horizontal. tournant autour d'un axe vertical, une grenouille *saine*, de façon que l'axe longitudinal de son corps passe par le rayon du disque, la tête étant dirigée vers la périphérie, et qu'on fasse tourner ce disque, la grenouille tourne d'abord la tête dans le sens contraire, puis, tout le corps suivant, elle exécute un mouvement de rotation dans le sens opposé à celui du mouvement du disque. Elle continue à tourner ainsi, la tête toujours dirigée vers la périphérie, tant que la vitesse angulaire du mouvement de rotation reste la même ou augmente; mais si cette vitesse angulaire diminue sensiblement ou si le disque s'arrête, la grenouille se met à tourner pendant quelques instants dans une direction opposée à celle qu'elle suivait, et tourne alors dans le sens même du mouvement du disque; c'est ce que le prof. Schiff appelle « mouvement de réaction à l'arrêt. » Voici en quelques mots l'explication qu'il donne de tous ces mouvements. Il admet que les nerfs auditifs perçoivent les mouvements de l'endolymphe dans l'intérieur de l'oreille interne, mais seulement lorsque ce mouvement est dirigé de la périphérie au centre. Le transport de la lymphe dans le sens contraire n'est pas senti chez la grenouille. Or lorsque le disque tourne de gauche à droite, par exemple, l'endolymphe se déplace dans l'oreille droite de la périphérie au centre, dans l'oreille gauche du centre à la périphérie; le premier mouvement est seul senti, et l'animal, pour se soustraire à cette sensation, se met à tourner dans le sens même du mouvement de l'endolymphe, donc dans le sens contraire du mouvement du disque : de droite à gauche. Lorsque le disque s'arrête, le mouvement de l'endolymphe doit changer de sens, il est de la périphérie au centre dans l'oreille gauche et du centre à la périphérie dans l'oreille droite, et la sensation venant de l'oreille gauche détermine l'animal à tourner à droite, donc dans le sens même du mouvement du disque; c'est le mouvement de réaction à l'arrêt qui s'explique ainsi parfaitement.

La grenouille avec les nerfs auditifs coupés placée sur le disque tournant ne réagit pas du tout, et reste absolument impassible, quelle que soit la direction du mouvement; il en est de même chez une grenouille dont le labyrinthe a été détruit des deux côtés.

Les autres symptômes décrits plus hauts, la position du corps, le saut plus vertical, s'amendent avec le temps, sans toutefois disparaître entièrement; la grenouille se tient plus droite, se met en mouvement plus volontiers et saute plus normalement, la direction du corps est moins verticale pendant le saut et l'animal tombe

moins souvent sur le dos. Il tolère aussi moins longtemps la position sur le dos et se relève plus vite. Mais les symptômes qui se montrent sur le plan incliné et sur le disque tournant persistent définitivement, les mouvements de réaction ne reviennent jamais. J'ajouterai que le disque tournant doit être muni d'un rebord assez haut à sa circonférence, afin que la grenouille ne puisse pas s'apercevoir, par la vue des objets, du mouvement de rotation auquel elle est soumise, ce qui troublerait les résultats.

2° Lésion unilatérale (à droite).

Position du corps. La grenouille se tient inclinée du côté droit, donc du côté de l'opération, le côté gauche de la tête est plus haut que le côté droit, les pattes antérieures sont dirigées obliquement vers la gauche, le bras droit replié sous le corps, le bras gauche étendu. La patte postérieure gauche est souvent en extension et dirigée latéralement vers la gauche.

Ces symptômes sont peu accusés au repos complet, quelquefois même l'animal paraît normal, mais dès que survient la moindre excitation, ou si l'animal veut se mettre en mouvement spontanément, ces symptômes s'accusent immédiatement.

Mouvement. Quand l'opération est faite sans éther, l'animal, relâché immédiatement après la section du nerf, dévie la tête du côté sain (à gauche) et fait deux ou trois tours de manège à court rayon [1] de ce côté en suivant sa tête qui dévie ; puis il s'arrête pour un moment, ensuite sa tête dévie du côté de l'opération et il tourne en manège à court rayon à droite. Ce dernier mouvement persiste très longtemps, tandis que le premier était un symptôme d'irritation tout à fait passager, il faut même pour l'observer s'adresser à des animaux très excitables. — Mais le manège à court rayon à droite ne persiste pas non plus indéfiniment et disparait après un temps plus ou moins long; l'animal décrit encore un cercle en sautant, mais plus tard il saute tout à fait droit devant lui, et malgré qu'il montre encore une tendance marquée à se diriger vers la droite, il peut aussi aller à gauche, par exemple pour éviter un obstacle. La grenouille saute plus verticalement que dans l'état normal, et quelquefois retombe sur le dos en se renversant autour du côté droit comme axe, mais rarement.

Natation. L'inclinaison du corps du côté droit persiste dans l'eau, ce côté

1 Par *manège à court rayon* j'entends le *mouvement en aiguilles de montre,* le « Uhrzeigerbewegung » des auteurs allemands; je l'appelle aussi *manège* tout court, tandis que j'appelle *mouvement en cercle* le mouvement de manège à grand rayon.

s'enfonce plus que le côté sain, et l'animal nage ainsi de côté en décrivant un cercle.

Réaction sur le disque tournant. Lorsqu'on fait tourner le disque vers le côté opéré (à droite), l'animal ne bouge pas, il ne tourne même pas la tête, et reste parfaitement impassible tant que la vitesse angulaire reste constante ou augmente. Lorsqu'elle diminue brusquement, ou bien lorsque le mouvement s'arrête, la grenouille se met de suite à tourner dans le sens même du mouvement, c'est-à-dire du côté opéré, c'est le mouvement de réaction à l'arrêt, qui seul existe ici. Quand le disque tourne vers le côté sain (à gauche) l'animal se met à tourner du côté opposé, donc à droite, mais à l'arrêt il ne montre pas le mouvement de réaction, et s'arrête net. Tout cela s'explique parfaitement si l'on admet la théorie des mouvements de l'endolymphe; l'oreille gauche étant seule sensible, et le mouvement de l'endolymphe n'étant senti que lorsqu'il est dirigé de la périphérie au centre, cette oreille ne peut donner que le mouvement à droite; les mouvements qui auraient pour origine les sensations venant de l'oreille droite manquent.

C'est en se basant sur ces faits, qui sont absolument constants, que M. Schiff a conclu que chez les grenouilles chaque labyrinthe n'est sensible que pour une seule direction pendant la rotation, et non pas pour les deux directions, comme c'est le cas pour les oiseaux, par exemple.

Mais M. Ewald n'est pas d'accord sur ce point; pour lui, chez la grenouille aussi, chaque labyrinthe est sensible pour les deux directions : à une grenouille dont le cerveau est détruit il coupe un nerf auditif (ou bien détruit le labyrinthe), et il trouve que dans ces conditions la grenouille ne réagit plus avec tout le corps, mais seulement avec la tête, mais elle répond avec la tête aux mouvements de rotation dans les deux sens, bien qu'avec une inégale intensité; elle montre aussi des deux côtés les mouvements de réaction à l'arrêt. Le mouvement de l'endolymphe serait donc senti dans sa direction centrifuge aussi bien que centripète.

Quant à moi, je dirai dès à présent que je suis d'accord à la fois avec M. Schiff et avec M. Ewald, et je montrerai plus loin que c'est parce qu'ils opèrent dans des conditions en apparence identiques, mais en réalité très différentes, que ces deux expérimentateurs arrivent à des résultats opposés. Le prof. Schiff opère sur des grenouilles saines et obtient les résultats que nous venons de décrire, tandis que M. Ewald, dans un but qu'il ne nous dit pas, mais probablement pour empêcher les mouvements spontanés, détruit d'abord le cerveau, il crée ainsi des conditions

toutes spéciales que nous étudierons plus loin en détail ; la grenouille ainsi opérée ne peut plus être considérée comme un animal normal. Je reviendrai sur cette question.

Réaction sur le plan incliné. Les mouvements d'inclinaison de la planchette sont bien sentis, mais, par suite de la position si asymétrique du corps, les mouvements de compensation se font difficilement ; c'est ainsi que, lorsqu'on incline la planchette du côté sain (à gauche), l'animal s'incline à droite très fortement et touche la planchette avec la tête, quand on incline à droite il fait encore une tentative pour s'incliner à gauche, mais n'y réussit pas, c'est l'abaissement du côté gauche qui est incomplet. Cependant ce mouvement est possible, et lorsqu'on chatouille la tête à gauche celle-ci s'incline jusqu'à toucher le sol.

Tels sont les symptômes qui accompagnent la section du nerf auditif ou la destruction complète du labyrinthe. Ces symptômes sont permanents et définitifs, sauf la position du corps et les mouvements pendant la marche et le saut, qui se régularisent un peu par la suite.

Mais, dans mes expériences, j'ai eu des cas où les symptômes étaient différents de ceux que je viens de décrire, en ce qui concerne le sens des mouvements de manège et en cercle. Dans tous ces cas, j'ai toujours vu à l'autopsie que le nerf auditif *n'avait pas été complètement sectionné*, ou bien que le labyrinthe membraneux n'avait pas été enlevé en totalité, mais *seulement lésé* ; c'était dans les premiers temps, lorsque je n'avais pas encore acquis une habileté technique suffisante. Ces faits me parurent intéressants à étudier, et comme la section incomplète du nerf auditif est difficile à reproduire à volonté, j'opérai sur le labyrinthe et je commençai à faire l'ouverture pure et simple de l'oreille interne, sans pénétrer dans la cavité.

B. Description des symptômes qui accompagnent l'ouverture de la cavité de l'oreille interne.

C'est une opération très facile à faire, il suffit d'entamer avec la pince à os la paroi osseuse de la cavité de l'oreille, un petit trou suffit, et l'on est sûr de n'avoir rien touché à l'intérieur de la cavité. Je fais cette ouverture par en haut ; *le crâne n'est pas ouvert* du tout.

La lésion bilatérale ne donne rien de nouveau, ni d'intéressant, je ne m'occuperai donc que de l'opération unilatérale seulement. Je la suppose à droite.

Position du corps. Un symptôme *absolument constant* est l'inclinaison du corps du côté opéré, l'animal prend la position de défense caractéristique dans tous les cas.

Mouvement. Ici nous constatons des différences très importantes suivant les cas.

1er cas. Il est le plus fréquent. L'animal, dès le premier moment, et subséquemment, continue à se mouvoir en ligne droite, comme un animal normal, il marche droit devant lui, et *malgré la position fortement inclinée du corps, il ne dévie pas et ne décrit pas de cercle.* Il peut aussi aller à droite ou à gauche librement, soit pour éviter un obstacle ou spontanément, et ne montre à aucun moment de mouvement de manège.

Natation. La position dans l'eau est inclinée à droite, mais l'animal nage droit devant lui et ne tourne pas en cercle.

Réaction sur le disque tournant. Il répond comme un animal normal dans les deux directions; la position inclinée du corps n'influe pas sur ses mouvements. Quand, par suite du mouvement de rotation du disque du côté de l'opération, l'animal se met à tourner du côté sain, *il se pousse avec la patte repliée* vers la patte étendue. L'animal est aussi sensible aux mouvements de réaction à l'arrêt.

Réaction sur le plan incliné. Les mouvements de réaction en avant et en arrière se font bien, mais latéralement il y a des différences suivant le côté vers lequel on incline la planchette. Quand celle-ci s'incline du côté sain, l'animal corrige très bien cette inclinaison et arrive à placer son corps daus une position horizontale; dans l'autre sens il arrive encore à avoir une position horizontale, mais plus difficilement, car le côté sain ne s'abaisse jamais complètement, il reste toujours assez élevé, et l'élévation du côté opéré, bien que notable, n'arrive cependant que difficilement à égaliser la position. C'est vraiment l'abaissement du côté sain qui est incomplet.

2me cas. La position du corps étant toujours *inclinée du côté opéré* (position de défense), *le mouvement se fait vers le côté sain,* l'animal tourne en manège vers le côté sain, il se pousse avec la patte repliée et se meut très vite malgré cette position désavantageuse. Même quand l'obstacle vient du côté sain, il baisse la tête et tâche de passer dessus ou dessous, et ce n'est qu'après bien des efforts qu'il se décide à tourner vers la droite (côté opéré).

Natation. Position du corps inclinée comme dans le cas précédent, mais l'animal tourne en cercle du côté sain.

Réaction sur le disque tournant. La grenouille est sensible aux deux directions, mais plus sensible pour la direction de la rotation vers le côté opéré; la différence se remarque surtout dans le mouvement de réaction à l'arrêt : la grenouille tourne un grand nombre de fois du côté sain, tandis que souvent elle se borne à tourner la tête seulement du côté opéré; *l'oreille lésée a manifestement acquis une prédominance* sur l'oreille saine.

Réaction sur le plan incliné. L'animal se comporte exactement comme dans le cas précédent, il montre une grande difficulté à abaisser le côté sain.

Tous ces symptômes peuvent durer plusieurs jours ou semaines, mais ensuite ils disparaissent, sauf l'inclinaison du corps qui persiste, l'animal saute et marche droit devant lui, ne tourne plus en cercle, et sur le disque tournant ne montre aucune prévalence d'un côté sur l'autre, il rentre alors dans le 1er cas décrit plus haut.

Nous avions affaire ici évidemment à une *irritation* du nerf auditif droit (le côté de l'oreille ouverte) et à un effet d'*hypéresthésie* lequel disparaît par la suite. Si pendant que l'animal présente tous ces symptômes, on sectionne le nerf auditif droit, l'inclinaison du corps persiste comme avant, mais la direction du mouvement en cercle change immédiatement, l'animal tourne en manège ou saute en cercle du côté de l'opération, l'oreille droite devient insensible aux mouvements de rotation.

Il peut arriver quelquefois aussi que ce changement dans le sens du mouvement de manège survient spontanément, l'oreille droite devenant en même temps insensible pour la rotation : à l'hypéresthésie succède l'anesthésie, probablement par suite de complication dans l'état du labyrinthe. Cet état d'anesthésie survient du reste quelquefois d'emblée, après l'ouverture de l'oreille interne, le labyrinthe a été probablement lésé, soit directement pendant l'opération, soit par l'introduction du sang dans la cavité de l'oreille interne; les symptômes sont alors ceux déjà décrits qui accompagnent la destruction complète du labyrinthe.

Discussion des faits. Des observations que nous venons de décrire nous pouvons tirer une conclusion importante : *la position du corps ne détermine pas la direction du mouvement*. C'est ainsi que nous avons vu des grenouilles dont

le corps était fortement incliné du côté opéré, tourner du côté sain. L'animal tout en gardant la position inclinée et la patte antérieure fléchie, se sert cependant parfaitement de cette patte pour se pousser du côté de la patte en extension, la faiblesse de cette patte fléchie n'est donc qu'apparente et non réelle. Ceci est une objection sérieuse contre ceux qui voudraient expliquer la position inclinée et le mouvement de manège, ou en cercle, par une seule et même cause : une parésie de certains groupes de muscles. — *La direction du mouvemcnt dans ces expériences me paraît dépendre absolument des sensations que l'animal éprouve et qui lui viennent de l'oreille interne, il se dirige toujours du côté de l'oreille la moins sensible.*

Mais qu'est-ce qui détermine l'inclinaison du corps, inclinaison qui accompagne invariablement toute lésion du labyrinthe et même la simple ouverture de l'oreille interne?

S'agit-il ici d'un phénomène subjectif, ou bien cette inclinaison est-elle due à une faiblesse des muscles du tronc et des membres du côté de l'opération, qui ne pourraient plus soutenir le corps dans une position d'équilibre parfait? Le fait que c'est justement la patte fléchie qui souvent pousse le corps ainsi que nous l'avons vu, est défavorable à cette dernière manière de voir; mais j'ai pensé qu'on pourrait peut-être décider la question en cherchant à mettre l'animal ainsi opéré, sous l'influence d'une autre sensation plus vive qui puisse prédominer sur celle qui le domine maintenant. La section des nerfs optiques m'a paru pouvoir créer les conditions demandées.

De l'influence de la section des nerfs optiques sur la position et le mouvement.

Dans l'éthérisation profonde, on ouvre le crâne par en bas, par la bouche, et les deux nerfs optiques sont sectionnés dans leur trajet entre le chiasma et l'œil ; on met deux points de suture sur la muqueuse du palais et l'animal guérit promptement.

Position du corps. La position de l'animal est dressée, le nez en l'air ; au repos c'est moins marqué mais dès qu'on l'éveille il se dresse, les pattes antérieures tendues et ne touchant le sol que du bout des doigts.

Mouvement. Il se met en mouvement difficilement comme à contre-cœur, ne se décide guère à sauter, mais montre une tendance à reculer très prononcée. Lorsque plus fortement excité il se décide enfin à sauter, il le fait très normalement

malgré la position dressée du corps et ne retombe jamais sur le dos. Il va toujours droit devant lui sans dévier ni à droite ni à gauche, même si on place un obstacle

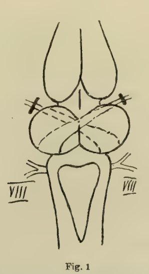


Fig. 1

devant lui il continue à sauter contre cet obstacle et s'il n'est pas trop élevé, saute par dessus, mais jamais il ne cherche à le contourner.

Natation. Placé sur l'eau, il reste immobile, les bras dirigés en avant, la tête dressée, il nage lentement en pataugeant, mais très normalement, et ne se décide pas à se lancer en avant à moins d'être fortement excité.

Sur le disque tournant et *sur le plan incliné* il se comporte absolument comme un animal normal.

Les symptômes décrits ne durent pas indéfiniment, après quelques semaines ils diminuent beaucoup, la position du corps est moins dressée et l'animal se met en mouvement beaucoup plus facilement, mais il garde toujours l'apparence d'un animal aveugle, facile à reconnaître.

4° Combinaison de la section des deux nerfs optiques avec l'ouverture de l'oreille interne a droite.

Position du corps. La position dressée, résultant de la section des deux nerfs optiques, masque complètement l'inclinaison du corps, suite de l'ouverture de l'oreille interne. C'est très curieux de voir une grenouille, qui se tenait inclinée à la suite de l'ouverture de l'oreille interne, redresser sa position lorsqu'on sectionne les deux nerfs optiques. Les pattes antérieures sont dans l'extension, cependant on remarque qu'elles sont un peu déviées obliquement vers la gauche, mais l'inclinai-

son du corps a disparu complètement. Si l'animal avant la section des nerfs optiques décrivait un mouvement de manège, ce mouvement persiste et ne se modifie pas, si ce n'est qu'en général l'animal est moins enclin à bouger et à se déplacer.

2° Combinaison de la section des nerfs optiques avec la section complète du nerf auditif ou la destruction du labyrinthe membraneux.

Position du corps. Dans ce cas la position inclinée persiste, mais l'inclinaison diminue beaucoup, et le corps est dressé ; rien n'est changé dans le mouvement.

Discussion. Nous voyons donc que l'*impression produite sur la grenouille par la section des deux nerfs optiques, combat* jusqu'à un certain point l'*influence de la lésion des nerfs auditifs*. Lorsque le labyrinthe est entièrement détruit, ou le nerf auditif sectionné, l'influence de la section des nerfs optiques ne suffit plus pour redresser la position complètement, l'inclinaison persiste mais elle est *affaiblie*, cela tient à ce que la fonction de l'oreille interne est ici complètement abolie, tandis que par la simple ouverture de l'oreille elle est seulement diminuée. Quoiqu'il en soit, il me semble impossible d'admettre que l'inclinaison du corps dans les lésions de l'oreille soit due à un affaiblissement des muscles du côté lésé, car s'il s'agissait d'une faiblesse musculaire, il serait difficile de supposer qu'elle eût pu disparaître sous une influence purement psychique. Ne semble-t-il pas plutôt qu'on ait affaire ici à deux sensations qui se superposent et dont la position du corps est la résultante ?

Mais comment agit l'ouverture de l'oreille interne ? est-ce par une diminution de pression dans l'intérieur de la cavité ? Peut-être, cependant l'ouverture de la cavité de l'oreille pratiquée par en bas, par la bouche, ne produit pas l'inclinaison, mais peut-être le sac d'otolithes agit-il comme un bouchon et ferme la partie de la cavité dans laquelle se trouvent les canaux semi-circulaires, il suffit en effet d'écarter délicatement ce sac d'otolithes pour voir se manifester aussitôt l'inclinaison caractéristique du corps.

On pourrait objecter qu'en enlevant le sac d'otolithes on lèse la partie qui est considérée comme auditive, le saccule et le lagena, et que c'est la lésion de la partie auditive du labyrinthe qui produit les troubles dans l'équilibre, mais cette théorie a déjà été battue en brèche bien des fois, et nous verrons notamment dans le chapitre suivant que la partie du labyrinthe qui sert à l'audition n'a rien à faire avec l'équilibration.

II

Peut-on séparer par l'opération les deux fonctions de la VIIIme paire, la fonction de l'équilibration de celle de l'audition?

Chez les vertébrés supérieurs la répartition anatomique des rameaux de la VIIIme paire, entre les deux parties du labyrinthe, la partie vestibulaire et la partie cochléaire, n'est pas assez nette pour qu'on puisse par la section, isoler les fibres se rendant à l'un ou l'autre de ces organes. Chez la grenouille par contre, le tronc du nerf auditif se divise, avant son entrée dans la cavité de l'oreille interne, en deux rameaux, l'un, *ramus anterior*, conduit au vestibule et aux canaux semi-circulaires, l'autre, *ramus posterior* au saccule et au lagena; j'ai donc essayé de sectionner séparément ces deux branches et déjà en 1892, dans une note présentée à la *Société de physique et d'histoire naturelle* de Genève, dans sa séance du 4 août, j'avais formulé les conclusions suivantes, résultat de mes recherches :

1° La section unilatérale, ou bilatérale, du *ramus posterior*, n'entraîne aucun trouble fonctionnel dans l'équilibration de l'animal, après la section bilatérale la surdité paraît complète.

2° La section unilatérale ou bilatérale du *ramus anterior* produit les mêmes désordres dans l'équilibration et la motilité de l'animal, que l'on observe après la section du tronc de l'acoustique; l'audition est conservée.

3° Si, d'un côté, le tronc de l'acoustique est coupé et de l'autre le *ramus anterior* seul est sectionné, l'animal se comporte comme s'il avait subi la section bilatérale du tronc de la VIIIme paire, au point de vue de l'équilibration.

Depuis cette époque j'ai eu l'occasion de confirmer à plusieurs reprises mes résultats, aussi je maintiens aujourd'hui la conclusion que j'avais formulée dans ma précédente communication : que les deux fonctions, de l'audition et de l'équilibration sont indépendantes chez la grenouille et dévolues à des fibres spéciales, réu-

nies dans le tronc. Ces fibres en quittant le tronc se répartissent dans les deux rameaux postérieur et antérieur[1].

Je donnerai maintenant quelques détails sur le procédé opératoire et la manière de s'assurer qu'une grenouille entend ou qu'elle est sourde. La section des rameaux doit être faite en découvrant la racine du nerf auditif par en haut. Il faut choisir de très grosses grenouilles, et encore tous les individus ne conviennent pas également, voici pourquoi. La division du nerf auditif en deux rameaux se fait quelquefois si près de la paroi de l'oreille interne qu'il est impossible de les sectionner séparément, il faut donc choisir les individus chez lesquels la division en rameaux se fait très près de la moelle, et sur lesquels on peut suivre les trajets séparés des deux branches de l'auditif.

Le crâne doit être largement ouvert, mais il faut faire bien attention de *ne pas ouvrir la cavité de l'oreille interne*, c'est un point *essentiel* et de toute importance, surtout lorsqu'il s'agit par exemple, de constater que le rameau postérieur ne sert qu'à l'audition et ne contient pas de fibres destinées à l'équilibration, si la cavité de l'oreille est le moins du monde lésée le résultat est faussé et nul.

Il s'agit de savoir distinguer si une grenouille est sourde ou non; et ceci n'est pas facile, car en captivité les grenouilles sont absolument inattentives aux divers bruits ou sons. J'ai imaginé de les strychniser faiblement, dans ces conditions le bruit provoque chez les grenouilles qui entendent, de fortes secousses tétaniques, tandis que celles qui sont sourdes restent impassibles, tout en étant extrêmement sensibles au moindre choc ou attouchement.

Voilà comment je dispose l'expérience. Soit la grenouille A avec les deux rameaux postérieurs coupés, tandis que dans la grenouille B ce sont les rameaux antérieurs qui sont sectionnés.

A et B sont strychnisées également et disposées isolément sur deux assiettes. Les assiettes sont placées sur deux tabourets dont le siége est en jonc tressé et très élastique. Ces deux tabourets sont placés sur un épais tapis fait d'une couverture de molleton pliée en quatre, les assiettes aussi reposent sur un morceau de couverture molleton. Le plancher est en asphalte, ceci est important, car un plancher de bois ne convient pas du tout, il conduit trop les trépidations. Non loin des deux

[1] Mais, aujourd'hui comme alors, je ne sais comment accorder mes résultats avec l'assertion de Retzius et de Wiedersheim que le rameau postérieur fournit chez la grenouille un ramuscule au canal semi-circulaire postérieur.

tabourets se trouve une table scellée dans la muraille, donc ne communiquant pas directement avec le plancher. C'est sur cette table, qui donne une forte résonnance, (elle est en bois) que je frappe soit avec la main ou avec un petit marteau, on peut ainsi graduer la force du bruit.

On voit alors que la grenouille A reste absolument impassible, tandis que B, même pour un bruit modéré, donne des secousses tétaniques très intenses. Il suffit de toucher légèrement l'assiette sur laquelle repose A, ou le tabouret, pour que l'animal entre en tétanos excessivement fort. Cette différence des deux animaux à l'égard du bruit est très curieuse à observer, et le résultat est absolument constant, sans un seul échec, pourvu que l'on observe strictement toutes les particularités que je viens de signaler, quelque minutieuses qu'elles puissent paraître.

III

Où se trouve le centre de l'audition chez les grenouilles ?

Ekhard dit dans son livre « Physiologie des Froschhirns[1] » que des grenouilles

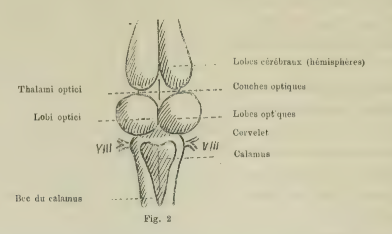


Fig. 2

auxquelles on a enlevé les hémisphères cérébraux entendent encore ; comment s'en est-il assuré ? c'est ce qu'il ne dit pas.

[1] Beiträge zur Physiologie.

Je me suis adressée à la strychnisation pour rechercher la localisation de ce centre. J'ai trouvé qu'en effet les grenouilles privées des lobes cérébraux répondent encore très bien au bruit par des secousses tétaniques. J'ai enlevé alors les couches optiques (thalami optici) et les grenouilles ont continué à répondre au bruit, bien qu'elles me semblèrent un peu moins sensibles que des animaux normaux. Lorsqu'on enlève le cerveau tout entier, y compris les lobes optiques (ces diverses opérations sont faites sur des individus différents bien entendu), un bruit modéré ne donne plus rien, il faut un bruit TRÈS fort et encore on n'obtient pas chaque fois des secousses.

On peut conclure de ces expériences que le centre de l'audition n'est pas localisé étroitement dans un point du cerveau, mais que les diverses parties du cerveau concourent à la perception des sons. Peut-être les hémisphères concourent-ils aussi à la fonction de l'audition, c'est difficile de décider la question. Quoiqu'il en soit, l'animal privé des lobes cérébraux entend, il entend encore très bien après l'ablation des couches optiques; mais il entend *très peu* lorsque les lobes optiques ont été enlevés : le bruit n'agit que *très faiblement* sur un animal en possession de la moelle seulement, encore doit-il être très fort.

C'est dans les lobes optiques que paraît se trouver plus spécialement le centre de l'audition.

IV

Comparons les symptômes que nous venons d'étudier, consécutifs des lésions des nerfs auditifs, avec ceux qui accompagnent les lésions de la moelle et du cerveau, et voyons dans quel rapport ces derniers symptômes se trouvent vis-à-vis des nerfs de la VIIIme paire.

Modifications de la motilité qui accompagnent les lésions du cerveau et de la moelle.

Ces expériences ont été faites sur les grenouilles des deux espèces Esculenta et Temporaria. Celles que j'ai faites sur les autres batraciens (crapauds et tritons) seront décrites plus loin.

Les opérations sont faites tantôt dans l'éthérisation profonde, tantôt sans éther. Le crâne est ouvert au moyen d'une pince à os; le cerveau et la moelle étant bien à découvert, je fais la section non pas avec un scalpel, mais avec des petits ciseaux dont les branches, extrêmement effilées et minces, sont placées verticalement, les deux pointes aux deux extrémités de la ligne suivant laquelle on veut faire la section ; pour faire cette dernière, il suffit de rapprocher les deux branches des ciseaux, toujours en les maintenant dans la direction verticale. La section donne une ligne de séparation nette, sans tiraillement aucun, ce qui est à craindre lorsqu'on emploie le scalpel, car la masse cérébrale molle fuit devant la lame du scalpel et la ligne de section est une ligne sinueuse déchiquetée.

S'il y a une hémorragie, on attend qu'elle ait cessé avant de fermer la plaie, car autrement le sang emprisonné sous la peau y forme un caillot qui comprime le cerveau. Les deux bords de la peau sectionnée sont réunis par quelques points de suture à la soie blanche. Les grenouilles doivent être placées chacune séparément sur une assiette, avec un peu d'eau, et recouvertes d'une cloche de verre. Il faut les laisser en repos, après l'opération, pendant 24 heures; on peut les observer, mais sans les toucher. Il ne faut jamais les plonger dans le bassin pour les observer nager avant que la plaie ne soit fermée et cicatrisée. Il ne faut pas non plus les mettre dans le terrarium avant la guérison complète de la plaie, pour éviter la pénétration de particules de terre dans la blessure.

Sections unilatérales du système nerveux central, les nerfs auditifs sont intacts.

Faisons des sections successives dans la moitié droite de la moelle et du cerveau.

Ces sections ne sont naturellement pas faites sur la même grenouille, mais successivement sur une série de grenouilles que l'on compare entre elles. Les sections faites au-dessous de la ligne X^0 (fig. 3), qui passe par le bec du calamus, ne donnent lieu à aucun phénomène marquant, simplement un peu de faiblesse du bras du côté opéré.

Les sections faites au-dessus de la ligne X^{VIII}, qui n'atteignent plus la couche optique (thalamus opticus), mais passent par l'hémisphère cérébral, ne donnent non plus lieu à aucun symptôme appréciable.

Je commencerai par décrire sommairement les symptômes qui accompagnent les sections faites entre ces deux limites, sections indiquées sur la figure 3, quitte

à les reprendre ensuite en examinant en détail les fonctions des diverses parties du système nerveux central.

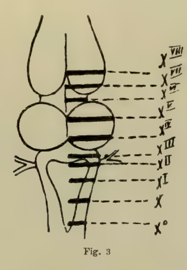


Fig. 3

On peut diviser ces sections en trois séries.

Première série. *Sections faites dans la moelle au-dessous de l'origine des nerfs auditifs.* Ce sont celles indiquées par les lignes X°, X et X' (fig. 3).

Position du corps. Sur terre, comme dans l'eau, la grenouille se tient inclinée à droite, position de défense du côté de la lésion.

Mouvement. Quand la section est faite sans éthérisation, la grenouille montre, immédiatement après la section, une déviation de la tête à gauche, le corps suit ce mouvement de la tête, et l'animal tourne en manège à court rayon un certain nombre de fois de suite, c'est sa tête qui dévie dès qu'il s'arrête, et le corps la suit; c'est un *vertige*[1], me semble-t-il, il cesse au bout de quelques instants et l'animal peut s'arrêter, sa tête ne dévie plus et reste dans l'axe du corps.

Cependant, lorsqu'il veut se mettre en mouvement, il tourne en manège à gauche, donc du côté sain; en sautant il décrit un cercle vers la gauche. Spontanément il ne tourne jamais à droite, même pour éviter un obstacle, ou un danger, venant de gauche, mais si l'on pince fortement la patte gauche il se jette brusquement à droite. Le mouvement dans cette direction est donc possible. L'animal montre aussi de temps en temps un mouvement latéral et oblique vers la gauche

[1] Vulpian avait déjà dit à propos des lésions du cerveau et de la moelle : « Il y a une sorte de tendance vertigineuse qui entraîne l'animal. »

et en arrière, à la façon des crabes, il recule ainsi obliquement jusqu'à ce qu'il rencontre un obstacle contre lequel il s'arrête.

La grenouille « *roule* » aussi de temps en temps, surtout dans l'eau, autour de son axe longitudinal en se renversant autour du côté droit comme axe; le roulement est plus accentué pour les sections faites plus haut dans la moelle, c'est la section X^I qui le montre le mieux.

Sur le disque tournant l'animal réagit aux deux directions, mais l'oreille droite est plus sensible que l'oreille gauche; la grenouille répond plus vite quand le disque tourne à droite que dans le mouvement à gauche, elle réagit dans ce sens aussi, mais moins vite, et à l'arrêt se met de suite à tourner à gauche; ce mouvement de réaction à l'arrêt est à peine sensible dans l'autre sens. C'est plutôt, je crois, une *diminution de sensibilité de l'oreille gauche* et non une hypéresthésie de l'oreille droite. La position du corps pendant la rotation dans les deux sens est aussi différente; quand l'animal tourne à gauche, pour réagir contre le mouvement du disque à droite, il tient la tête dirigée vers la périphérie et tourne en manège à court rayon autour de son train postérieur, mais quand il tourne à droite dans le mouvement du disque à gauche, il commence par faire tourner le train postérieur d'abord et place la tête au centre du cercle que son train postérieur décrit; la grenouille, dans ce cas, tourne donc autour de sa tête comme centre. Tout cela est indiqué par la figure 9, que nous verrons plus loin.

Réaction sur le plan incliné. Nous l'appellerons *balancement* pour abréger. Il se fait bien, mais latéralement il y a des différences que nous avons déjà signalées à plusieurs reprises : c'est le côté gauche du corps, le côté élevé qui ne s'abaisse pas suffisamment, et l'horizontalité du corps n'est que difficilement atteinte lorsque le plan s'incline à droite; tandis que lorsqu'il s'incline à gauche, l'animal arrive immédiatement à placer son corps dans un plan horizontal.

DEUXIÈME SÉRIE. *La section* X^{II} *passe par le point d'émergence du nerf auditif.* Il peut arriver deux cas.

Dans le PREMIER CAS, et il est le plus fréquent, presque la règle, le nerf auditif est atteint par la section et sa fonction est abolie.

Position du corps. La position de défense avec inclinaison du corps à droite persiste comme dans la série précédente.

Mouvement. L'animal peut aller droit devant lui ou tourner à droite ou à gauche pour éviter un obstacle venant latéralement, mais de temps en temps il tourne en

manège à court rayon à droite, il fait deux ou trois tours, puis s'arrête et va droit. Il y a aussi « *roulement* » autour de l'axe longitudinal du corps.

Sur le disque tournant. L'oreille droite est complètement insensible, et la grenouille ne réagit que pour le mouvement du disque à gauche, alors elle tourne à droite parfaitement normalement en tenant la tête à la périphérie.

Le *balancement* se fait comme dans les opérations précédentes, le côté gauche s'incline incomplètement.

Second cas. Il est très rare, mais je l'ai observé deux fois. La section n'a pas atteint le nerf auditif, ou du moins elle ne l'a pas détruit, elle a pour ainsi dire passé entre ses fibres, de la façon indiquée schématiquement par la figure 4, le

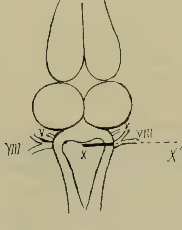


Fig. 4

tronc du nerf tient encore à la moelle. Le nerf auditif coutinue à fonctionner et l'oreille est sensible à la rotation.

Position et mouvement. L'inclinaison du corps est peu sensible, elle est, comme dans le cas précédent, à droite. Il n'y a pas de mouvement de manège proprement dit, mais en sautant l'animal montre une tendance à tourner en grand cercle du côté droit. Pas de *roulement.*

Sur le disque tournant. La grenouille est sensible à la rotation dans les deux sens. Il en est de même pour le *balancement*, qui se fait presque normalement.

Si à cette grenouille on fait la section du nerf auditif droit, elle s'incline beaucoup à droite; elle rentre dans le cas précédent et le mouvement de manège à droite apparaît.

TROISIÈME SÉRIE. *Sections faites au-dessus du niveau d'émergence du nerf auditif.* Elles sont indiquées par les lignes X^{III}, X^{IV}, X^{V}, X^{VI}, X^{VII} et X^{VIII}. Les symptômes diminuent d'intensité à mesure que les sections sont faites plus haut, vers les hémisphères cérébraux.

Position du corps. Toutes ces sections sont suivies de l'inclinaison du corps à gauche, du côté sain; c'est bien toujours la position de défense, seulement l'inclinaison se fait *du côté opposé à la lésion.* (Je mentionnerai plus loin les particularités qui caractérisent la section X^{VI}.)

Mouvement. Quand l'opération est faite sans éther, l'animal montre le vertige, il tourne en manège à court rayon à gauche en suivant sa tête, qui dévie toujours vers le côté gauche. Ce mouvement de vertige à gauche a lieu pour toutes les sections, sauf pour la section X^{VI}, ici il se fait à droite; les symptômes ultérieurs permanents sont les mêmes pour toutes les sections. Passé ce temps de vertige qui suit immédiatement l'opération, et dure quelques minutes, l'animal s'arrête et reste tranquille, sa tête ne dévie plus. Mais s'il veut se remettre en marche, il tourne en manège à gauche, ou bien décrit en sautant un cercle vers la gauche. Il ne va pas à droite, même quand il y a un obstacle à gauche. De temps en temps il marche de côté vers la gauche comme les crabes, et ne s'arrête que lorsqu'il rencontre la paroi de la cloche, contre laquelle il se blottit. Il nage dans une position inclinée à gauche et décrit un cercle vers la gauche.

Sur le disque tournant. L'animal est sensible pour la rotation dans les deux sens, mais inégalement, l'oreille droite est plus sensible que la gauche, et la grenouille montre, dans la rotation dans les deux directions, la différence de position dont nous avons parlé plus haut; ce symptôme est surtout net pour les sections X^{III}, X^{IV}, X^{V} et X^{VI}, il s'atténue pour les sections situées plus haut.

Le *balancement* se fait bien, mais le côté droit s'incline incomplètement, tandis que le côté gauche arrive de suite à toucher terre et permet une correction plus complète de la position, le corps arrive immédiatement à se placer dans le plan horizontal.

Discussion des faits. Nous venons de passer en revue les symptômes qui accompagnent les lésions unilatérales de la moelle et du cerveau, et nous avons vu que *toutes les sections faites au-dessous du point d'émergence du nerf auditif et au niveau de ce point sont suivies d'une inclinaison du corps du côté de l'opé-*

ration, tandis que dans toutes les sections faites au-dessus de ce point le corps s'incline du côté sain.

Nous avons vu, en outre, que *le mouvement de manège se fait du côté sain pour toutes les sections, sauf quand la ligne de section entame et détruit le nerf auditif;* alors il n'y a plus de manège du côté sain, l'animal peut aller droit devant lui ou tourner à volonté à droite ou à gauche, mais de temps en temps il tourne en manège vers le côté opéré.

Il est impossible de ne pas rattacher tous ces faits à l'influence des nerfs auditifs, d'autant plus que nous avons constaté que ces sections semblent réagir à leur tour sur les nerfs auditifs, car les deux oreilles n'ont plus la même sensibilité pour les mouvements de rotation, Pour élucider ces questions, il faut faire suivre chez le même animal ces opérations de sections unilatérales et bilatérales des nerfs auditifs. Nous verrons aussi plus loin dans quelle relation ces symptômes se trouvent vis-à-vis des nerfs optiques.

V

Sections unilatérales du système nerveux central suivies de sections des nerfs auditifs.

Comme nous avons vu que les sections unilatérales du système nerveux peuvent se ramener à trois types, pour éviter les redites nous prendrons une section par type et nous observerons les modifications qui surviennent dans les symptômes à la suite de la section des nerfs auditifs, du côté de l'opération, du côté opposé, ou bilatérale.

1° SECTIONS FAITES AU-DESSOUS DE LA RÉGION DES NERFS AUDITIFS, suivant la ligne XX', fig. 5 (qui correspond à la ligne X' de la fig. 3).

a) *Section du nerf auditif du même côté (à droite).*

La *position* du corps est, de même que pour la section XX' seule, inclinée à droite, du côté de l'opération, mais l'inclinaison est plus forte, elle est aussi forte que pour la section du nerf auditif seule.

Mouvement. Il n'y a plus de manège à gauche, l'animal va droit devant lui, malgré la position si asymétrique du corps, il peut tourner à droite ou à gauche

pour éviter les obstacles, ou, quand on le chatouille au museau. De temps en temps, il tourne en manège à court rayon, à droite, du côté de l'opération. Le *roulement* persiste autour du côté droit comme axe.

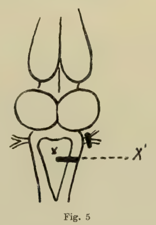


Fig. 5

Sur le disque tournant. La grenouille n'est sensible que pour l'oreille gauche seulement et ne tourne qu'à droite, et cette fois le mouvement se fait normalement, c'est-à-dire que l'animal tient la tête à la périphérie du cercle, il tourne autour de son train postérieur comme axe, tandis que nous avons vu qu'après la section XX' seule [1], l'animal tournait de la façon indiquée par la figure 9 (flèches *bbb*).

b) *Section du nerf auditif du côté opposé à l'opération (à gauche),* fig. 6.

La *position* du corps, qui était inclinée du côté droit après la section XX' de la

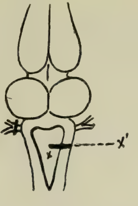


Fig. 6

moelle, est maintenant inclinée du côté gauche, mais moins fortement que si le nerf auditif gauche était seul sectionné, l'inclinaison est même assez faible, elle est

[1] Voir page 24.

la résultante de deux tendances contraires, mais c'est la section du nerf auditif qui l'emporte.

Le *mouvement* de manège à gauche continue à se faire, la grenouille ne tourne jamais à droite, même pour éviter un obstacle ou un danger venant du côté gauche.

Le *roulement* est aboli et ne se montre jamais, même dans l'eau.

Sur le disque tournant. La grenouille est sensible pour l'oreille droite seulement, et tourne alors à gauche d'une manière parfaitement normale.

c) *Section des deux nerfs auditifs* (fig. 7).

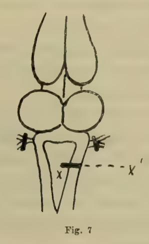


Fig. 7

Position. Il y a une faible inclinaison du corps du côté gauche, mais elle est si faible qu'on ne la remarque presque pas.

Mouvement. L'animal peut très bien aller droit devant lui ou tourner à droite ou à gauche pour éviter un obstacle, mais spontanément et librement il tourne plutôt du côté sain, à gauche, et en général montre une tendance à se diriger plutôt à gauche qu'à droite.

Il tolère indéfiniment la position sur le dos, et souvent nage ainsi très rapidement et d'une manière parfaitement coordonnée et normale. Il est naturellement tout à fait insensible pour la rotation, sur le disque tournant.

Jamais il ne montre de *roulement,* pas même dans l'eau.

2° Sections faites dans la région des nerfs auditifs, suivant la ligne X″ (fig. 3).

Si le nerf auditif droit est atteint et détruit par la section de la moelle, c'est un cas déjà étudié précédemment, il ne nous reste donc plus qu'à examiner l'influence du nerf auditif gauche que nous sectionnerons, mais, cette fois encore, nous ren-

trerons dans un cas déjà vu, celui représenté par la figure 7, car ces deux opérations sont identiques comme résultat, et nous n'en reparlerons pas.

Si le nerf auditif droit n'est pas atteint, les sections du nerf auditif à droite, à gauche et des deux côtés font rentrer l'opération dans les trois cas *a), b)* et *c)* que nous venons d'étudier, les symptômes sont exactement ceux décrits plus hauts.

3° SECTIONS FAITES AU-DESSUS DE LA RÉGION DES NERFS AUDITIFS.

Je choisis, entre toutes les sections qu'on peut faire dans cette région, deux surtout : celle qui passe derrière le lobe optique et le sépare de la moelle, et celle qui sépare le lobe optique de la couche optique (thalamus opticus). Étudions un peu en détail l'effet de la première de ces opérations, et comparons ensuite les symptômes obtenus avec ceux consécutifs des sections faites à travers le lobe optique et menées suivant différentes directions, puis faisons de même pour la couche optique.

A. SECTION FAITE SELON LA LIGNE XX' (fig. 8).

Il vaut mieux, en faisant la section derrière le lobe optique, la compléter par une section passant entre les deux lobes optiques; l'effet de l'opération est du reste exactement le même, mais on a la certitude morale d'avoir mieux isolé le lobe optique, cela équivaut à son ablation (j'aime mieux le laisser sur place que de l'enlever, car pour cela il faut encore faire une section au-dessus pour le séparer de la couche optique, et cela peut irriter cette dernière).

1° *Les nerfs auditifs sont intacts.*

Position. L'animal se tient incliné du côté sain, à gauche, position de défense

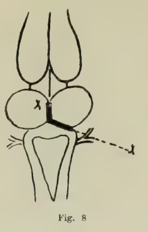


Fig. 8

qui disparaît au repos complètement, mais qui s'accuse beaucoup dès que l'animal est excité, ou qu'il veut se mouvoir. Les pattes antérieures sont déviées vers le

côté gauche, ce que l'on voit très bien aussi sur l'animal soulevé de terre et maintenu en suspension ; lorsqu'il se tranquillise et accepte cette position, la déviation des pattes diminue, pour augmenter de nouveau quand on rapproche l'animal du sol et qu'il veut marcher.

Ce symptôme diminue après quelque temps, quatre ou cinq mois par exemple, l'inclinaison du corps disparaît même complètement, et la position redevient si normale qu'on ne peut pas distinguer cette grenouille d'un animal sain. C'est une différence importante d'avec ce que nous avons vu pour la section unilatérale du nerf auditif, la position de défense est un symptôme permanent dans cette opération, ne disparaissant jamais, même quand l'animal vit plus d'un an.

Mouvement. Lorsque l'opération est faite sans éther, l'animal posé sur l'assiette après la fin de l'opération, se met immédiatement à tourner la tête du côté sain, le corps suit la déviation de la tête et l'animal exécute pendant quelques instants un mouvement de manège à court rayon continu ; c'est le vertige que nous avons déjà observé plusieurs fois, on pourrait presque l'appeler un « Zwangsbewegung, » car l'animal voudrait s'arrêter, mais ne le peut pas ; dès qu'il s'arrête, sa tête dévie de nouveau, et il se sent irrésistiblement entraîné à la suivre. Après quelque temps ce vertige disparaît et l'animal peut s'arrêter. Mais, quand il veut se remettre en mouvement, il tourne en manège, ou bien en sautant décrit un cercle vers la gauche.

Il montre en outre le mouvement latéral et oblique, à gauche et en arrière, qui rappelle la marche des crabes, mouvement qui se continue d'ordinaire jusqu'à ce que l'animal rencontre un obstacle ; on dirait qu'il veut fuir quelque chose venant de droite. On remarque aussi que très souvent il frotte avec la patte droite le bout du museau, comme pour enlever quelque chose ; il me semble qu'il y a une hypéresthésie du trijumeau à droite, car j'ai souvent vu que le contact d'un cheveu, par exemple, qui n'est pas senti à gauche, donne immédiatement lieu à droite au mouvement du bras cherchant à l'enlever. Quand on chatouille le museau, la grenouille ne recule pas en ligne droite, comme un animal sain, mais obliquement en arrière et à gauche. Après un ou deux mois, ce mouvement oblique latéral disparaît, il est remarquable que la tendance à frotter le museau avec la main droite disparaît en même temps.

Le mouvement de manège devient moins accusé aussi, puis disparaît, et l'animal décrit un très grand cercle, en sautant, toujours en se dirigeant vers la gau-

che; plus tard encore, après quatre, cinq, six mois, l'animal saute droit devant lui.

Si un obstacle ou un danger vient de droite, l'animal tourne à gauche pour l'éviter, mais s'il vient de gauche, il tâche de passer dessous ou de sauter par-dessus, mais ne tourne pas à droite; c'est ainsi que lorsque, pendant ses pérégrinations, il rencontre un mur à sa gauche, il longe ce mur, mais arrivé dans l'angle il ne peut plus en sortir, il fait des efforts désespérés pour grimper sur le mur situé en face de lui ou sur celui qui est à sa gauche, mais ne tourne pas à droite dans l'espace libre; il finit à la longue par sortir de l'impasse en se renversant latéralement pendant un de ses essais de grimper sur la muraille.

Il nage très bien, mais en se tenant un peu incliné vers la gauche et en décrivant un cercle à gauche; quand il s'approche du bord, il s'y accroche avec le bras droit, et reste ainsi le corps penché en se tenant avec le bras droit, jamais il ne va à droite. Malgré cette répulsion à tourner vers la droite, la grenouille peut, lorsqu'on pince un doigt de la main gauche ou un orteil du pied gauche, exécuter un rapide mouvement à droite tout comme un animal normal.

La grenouille est très sensible au *balancement* sur un plan incliné, elle corrige très bien la position du corps quand la planchette s'incline à droite, mais quand elle s'incline à gauche la correction n'est pas parfaite, par suite de l'abaissement incomplet du côté droit, qui reste toujours un peu élevé; si l'on chatouille la tête à droite, elle s'abaisse jusqu'à toucher terre, le mouvement est donc possible.

Sur le disque tournant. Elle répond bien dans les deux sens, mais l'oreille droite est beaucoup plus sensible que la gauche. Elle montre la différence de position caractéristique dans les deux sens, dont nous avons parlé plus haut et que la figure 9 fera bien comprendre. Le sens de la rotation du disque est désigné par les flèches A et B, les mouvements correspondants de l'animal se font dans le sens indiqué par les flèches *a* et *b*. *P* étant la position de l'animal au repos, lorsque le disque tourne de gauche à droite, dans le sens des flèches A, la grenouille tourne dans le sens des flèches *a;* mais lorsque le disque tourne vers la gauche, donc dans le sens des flèches B, l'animal exécute le mouvement indiqué par les flèches *b*, il tourne autour de sa tête comme centre.

En observant l'animal pendant ces mouvements de rotation, on est induit à penser qu'*il éprouve de la répugnance* à tourner vers la droite, et que, poussé à le faire, il prend un biais. *Il tourne de manière à maintenir sa tête aussi immobile que possible.* Ces symptômes ne sont pas définitifs, et après cinq, six, sept

mois, selon les cas (et je crois selon les saisons, en hiver il faut plus de temps qu'en été), tout se régularise peu à peu, et l'animal tourne à gauche comme à droite indifféremment et avec la même facilité : on le confond alors aisément

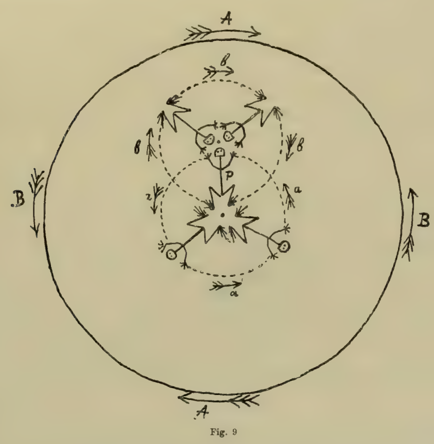


Fig. 9

P est la position initiale de la grenouille quand le disque est au repos.

avec un animal sain, dont on ne peut le reconnaître que par l'inspection de la pupille, et encore pas toujours, mais de cela nous parlerons plus loin. Nous étudierons aussi plus loin la manière dont ces restaurations de fonctions se font après les lésions du cerveau.

2° *Section selon la ligne* xy *et section du nerf auditif du même côté (à droite)*, fig. 10.

Position. L'inclinaison du corps, qui était à gauche à la suite de la section *xy*, change de sens, et l'animal s'incline à droite après la section du nerf auditif droit.

C'est absolument la contre-partie de la position de défense qu'il présentait de l'autre côté, mais l'inclinaison est moins forte qu'avant, moins forte aussi que pour la section du nerf auditif seule. Il est très remarquable que cette inclinaison s'accentue davantage avec le temps, et cela par le fait que la position du corps est la résultante de deux tendances de sens contraire : l'influence de la section xy tendant à diminuer et à disparaître, celle qui est due à la section du nerf auditif finit par l'emporter, car elle ne disparaît jamais, et même ne diminue que fort peu relativement.

Mouvement. L'animal ne tourne plus en manège à gauche, il saute et marche

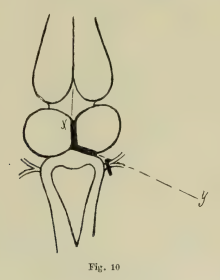


Fig. 10

droit devant lui et peut à volonté tourner à droite ou à gauche pour éviter les obstacles ou sortir d'un angle dans lequel on le place. Cependant, spontanément et quand il saute librement, il tourne de préférence à gauche, et sans décrire un cercle proprement dit, on le voit cependant dans la chambre revenir à son point de départ.

Il ne présente pas de *roulement.* Quelquefois et à de grands intervalles, il montre un manège à court rayon à droite. L'animal montre encore le mouvement latéral et oblique vers la gauche (à la façon des crabes).

Quand on sectionne le nerf auditif droit en premier lieu, l'ablation du lobe optique droit ne donne plus de vertige immédiatement après l'opération.

Sur le disque tournant. L'animal est très sensible pour l'oreille gauche, et il

réagit plus vite à l'excitation de cette oreille par la rotation qu'avant la section du nerf auditif droit; il tourne maintenant en manège à court rayon à droite autour de son train postérieur, tout à fait comme un animal normal, en se maintenant dans le rayon du disque et la tête dirigée vers la périphérie du cercle (il ne présente plus le mode de rotation indiqué par la figure 9); très sensible à l'arrêt. Le nerf auditif droit étant coupé, on devrait s'attendre à ce que la rotation vers la droite ne soit pas suivie de mouvement vers la gauche, et l'on est tout étonné de voir que *la grenouille est au contraire très sensible à la rotation dans cette direction et répond de suite, en tournant à gauche*. Intriguée par ce fait, je pensai qu'il s'agissait ici d'une perception visuelle, car c'est en tournant l'assiette de la grenouille que je le remarquai pour la première fois, mais je mis la grenouille sur le disque à bords élevés et, le phénomène persistant, il fallut me rendre à l'évidence que c'était bien l'oreille gauche qui répondait ainsi dans la rotation à droite, comme à gauche; en effet, il suffit de sectionner le nerf auditif gauche pour voir disparaître ce phénomène. Nous avons ici une preuve que *dans certaines conditions un seul nerf auditif peut répondre à la rotation dans les deux sens;* nous y reviendrons.

Sur le plan incliné. L'animal se balance assez bien et corrige sans trop de difficulté la position de son corps, cependant le côté gauche ne s'abaisse jamais aussi complètement que le côté droit.

3° *Section suivant la ligne* XX' *et section du nerf auditif du côté opposé, à gauche* (fig. 11).

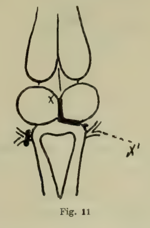


Fig. 11

Position. L'inclinaison du corps à gauche, qui résultait de l'ablation du lobe

optique, est encore accrue par la section du nerf auditif de ce côté (à gauche), c'est une somme de deux influences semblables, et l'inclinaison est maxima.

Le *mouvement* de manège continue à se faire à gauche, et en sautant l'animal décrit un cercle vers la gauche. Jamais il ne se décide à se diriger vers la droite. Quand l'opération est faite sans éther et que le nerf auditif gauche est coupé en premier lieu, l'ablation du lobe optique est suivie d'un vertige extrêmement fort et prolongé. L'animal *roule* aussi à gauche.

Sur le disque tournant. L'animal est très sensible pour l'oreille droite, et quand le disque tourne à droite il répond en tournant à gauche; à l'arrêt il ne tourne pas à droite. Quand le disque tourne à gauche l'animal reste impassible, et à l'arrêt il tourne à gauche, l'oreille droite ne répond donc que dans un sens seulement, dans cette opération[1]. Les symptômes rappellent en général ceux consécutifs à la section du nerf auditif à gauche, le manège paraît seulement plus accentué.

Sur le plan incliné. L'animal se comporte comme si la section du nerf auditif seule existait.

4° *Section suivant la ligne* XX' *et section bilatérale des nerfs auditifs* (fig. 12).

La *position* du corps est très faiblement inclinée à gauche, à peine peut-on le

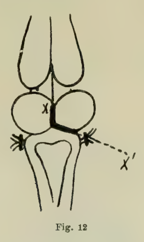


Fig. 12

remarquer si on n'examine pas l'animal avec attention, cependant l'inclinaison, bien que faible, est appréciable.

Mouvement. L'ablation du lobe optique n'est pas suivie de vertige si les deux nerfs auditifs ont été sectionnés au préalable. L'animal, surtout dans les premiers temps,

[1] Nous verrons l'explication plus loin.

se décide à grand'peine à se mettre en mouvement, surtout à avancer, il recule plus volontiers; ceci est l'effet de la section bilatérale des nerfs auditifs. Plus tard il va droit devant lui, mais cependant il montre une certaine tendance à tourner plutôt en cercle vers la gauche; il peut toutefois se diriger à droite pour éviter un obstacle situé à gauche. Il a une direction plus verticale que normalement pendant le saut et retombe quelquefois sur le dos. Il peut tolérer indéfiniment cette position, et nage couché sur le dos en décrivant un cercle vers la gauche; souvent il coule au fond et ne remonte pas.

Sur le disque tournant et *sur le plan incliné* il reste absolument impassible.

En somme, il présente surtout les symptômes consécutifs à une lésion bilatérale des nerfs auditifs, mais cependant il montre une tendance marquée à l'inclinaison du corps à gauche et au mouvement vers la gauche.

5° Il m'est arrivé d'observer le fait suivant. Chez un animal dont le lobe optique droit était ainsi séparé du reste du cerveau, j'avais voulu détruire les deux labyrinthes complètement, mais, tandis que j'avais bien détruit le labyrinthe gauche, celui de droite avait seulement été légèrement atteint.

La position de l'animal était inclinée vers la gauche assez fortement, il tournait en manège à court rayon à gauche; et en sautant décrivait un cercle. L'oreille droite était très sensible pour la rotation à droite, et l'animal se mettait immédiatement à tourner à gauche. Je sectionnai alors le nerf auditif droit : l'inclinaison du corps diminua beaucoup et devint très faible, l'animal ne tournait plus en manège à court rayon, mais seulement décrivait un cercle vers la gauche en sautant, et, ce qu'il ne faisait pas avant, il put se diriger à droite pour éviter un obstacle situé à gauche.

Corollaire.

Je dois dire quelques mots d'un fait cité par Steiner et que je n'ai jamais pu observer. Steiner dit qu'il a eu des cas dans lesquels l'ablation d'un lobe optique était suivie de l'inclinaison du corps du côté opéré, de manège de ce côté aussi et de roulement, et qu'à l'autopsie il avait toujours observé dans ces cas, que l'ablation du lobe optique n'était pas complète, mais qu'il y avait un petit morceau du lobe optique resté adhérent à la moelle. J'ai essayé en vain de reproduire ces conditions en laissant exprès un petit morceau de lobe optique, que je découpai avec les petits ciseaux, mais *jamais* dans ces conditions je n'ai vu les animaux

présenter l'inclinaison du corps du côté opéré, ni de manège de ce côté, non plus que de roulement; toujours c'était du côté sain que le corps s'inclinait et que le manège avait lieu.

Je crois qu'il faut chercher une autre interprétation à ces faits observés par Steiner : ce n'est pas le petit morceau de lobe optique, retrouvé à l'autopsie, qui est cause de ces anomalies dans les symptômes, mais bien plutôt une lésion concomitante du nerf auditif du côté de l'opération, non pas peut-être du tronc lui-même, mais du labyrinthe. Steiner ne dit pas s'il a évité soigneusement d'ouvrir la cavité de l'oreille pendant qu'il procédait à l'ouverture du crâne, or *il suffit de léser le labyrinthe pour voir immédiatement se produire les symptômes en question.*

Sections faites a travers un lobe optique dans différentes directions.

a) Section longitudinale, c'est-à-dire parallèle à l'axe longitudinal du cerveau, faite suivant la ligne NN' (fig. 13).

Aussitôt après la section, faite sans éther, l'animal s'incline du côté de l'opération et tourne en manège de ce côté aussi. Mais ces symptômes ne durent qu'un

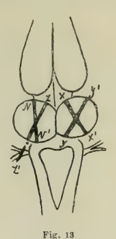


Fig. 13

temps très court, l'inclinaison persiste un peu plus longtemps, elle dure une heure environ, ensuite l'animal reprend sa position normale et symétrique, et saute en décrivant un cercle du côté de l'opération, mais un très grand cercle. Le lendemain tous ces symptômes disparaissent. Si l'on fait la section de manière à enlever une bonne partie du lobe optique, après les symptômes irritatifs que nous venons

de décrire, succède une période de longue durée pendant laquelle l'animal présente les symptômes qui rappellent l'ablation du lobe optique, la grenouille se tient inclinée du côté sain et saute en décrivant un cercle du côté sain aussi, mais ces symptômes sont moins accusés, que si le lobe optique était enlevé complètement.

b) Section faite en diagonale de droite à gauche et de haut en bas, selon la ligne *yy'* (fig. 13).

L'effet est le même que si la section était faite derrière le lobe optique, elle équivaut presque à l'ablation du lobe.

c) Section faite en diagonale de gauche à droite et de haut en bas, selon la ligne XX' (fig. 13).

Je fais cette section comme d'habitude, avec des petits ciseaux, et toujours j'observe exactement les mêmes symptômes que pour la section diagonale *yy'*, c'est-à-dire ceux qui correspondent à l'ablation du lobe optique, et déjà décrits plus haut : inclinaison du corps du côté sain et manège du côté sain aussi. *Jamais* je n'ai vu ce que le prof. Steiner décrit : l'inclinaison du corps et le manège du côté de l'opération, non plus que le roulement qu'il signale. Je ne puis m'expliquer les faits qu'il décrit qu'en supposant, ou bien qu'il a, pendant l'ouverture du crâne, ouvert la cavité de l'oreille interne et blessé le labyrinthe, ou bien qu'il a atteint par la section le nerf auditif du même côté, à sa naissance de la moelle. Ceci est facile à faire lorsqu'on se sert, d'après la méthode de Steiner, d'un petit scalpel, dont on place la pointe au point X (fig. 13) et auquel on fait traverser la masse du lobe optique en diagonale jusqu'à ce qu'il vienne rencontrer la paroi osseuse du crâne. Steiner, étonné lui-même du résultat si imprévu qu'il obtient, examine la possibilité d'une lésion de la moelle par la section, et rejette cette supposition, mais il n'examine pas l'état du nerf auditif du côté de la lésion ; or ce nerf se trouve justement sur le passage du scalpel, ainsi que je le représente par la ligne ZZ', et il est facilement sectionné (fig. 13).

Si l'on fait intentionnellement la section du nerf, on observe les symptômes que nous avons décrits à la suite de l'ablation du lobe optique suivie de la section du nerf auditif du même côté. C'est bien là le cortège de symptômes que Steiner décrit, seulement il ne dit pas si l'animal tourne en manège à court rayon fréquemment ou non ; or, ainsi que je l'ai dit, ce manège se montre seulement à de longs intervalles et n'a pas lieu d'une manière constante chaque fois que l'animal veut se mettre en mouvement. Je crois que c'est bien la seule explication que l'on puisse donner des faits observés par Steiner.

d) Une *section transversale* du lobus opticus équivaut à son ablation si elle est faite dans sa partie inférieure; elle produit encore les mêmes symptômes, mais peut être moins accusés quand elle est faite plus haut.

B. Section faite suivant la ligne de séparation du lobus opticus et du thalamus opticus. Complétons cette ligne en la prolongeant entre les deux couches optiques XX'X″ (fig. 14), cela équivaut à l'ablation de la couche optique droite.

1° *Les nerfs auditifs sont intacts.*

A la suite de l'opération, surtout si elle est faite sans éther, l'animal montre des signes qui paraissent indiquer la douleur. Il prend, posé sur l'assiette, une attitude inclinée du côté sain et reste immobile quelque temps sans faire le plus petit mouvement.

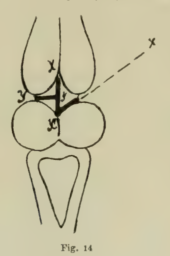


Fig. 14

Il tient les yeux fermés et fortement rentrés dans la tête, et respire profondément. Quand on l'excite, il ouvre les yeux, mais ne bouge pas tout d'abord; si on l'excite plus fortement, il se met à tourner en manège à court rayon du côté sain. Cela dure ainsi plusieurs jours et même plusieurs semaines, puis le manège à court rayon cesse et l'animal décrit un grand cercle, dirigé vers la gauche (du côté sain); cependant il peut tourner à droite pour éviter un obstacle. Ces symptômes durent longtemps, plusieurs mois, mais en diminuant toujours d'intensité; enfin, après trois, quatre, cinq mois, l'animal ne montre plus d'inclinaison et va droit devant lui, ou tourne à droite ou à gauche à son gré, comme un animal normal.

Sur le disque tournant. Il paraît plus sensible pour l'oreille droite que pour l'oreille gauche, mais il exécute le mouvement de réaction également bien et de la

même manière dans les deux sens, cependant il ne se met pas en mouvement aussi vite quand le disque tourne à gauche que lorsqu'il tourne à droite.

Sur le plan incliné. Il est très sensible et réagit bien, toutefois le côté sain s'incline plus que le côté de l'opération, celui-ci reste toujours un peu élevé.

Ainsi que je l'ai dit, tous les symptômes disparaissent graduellement, après trois, quatre, cinq mois, mais *jamais* je ne les ai vus disparaître, comme Steiner le dit, après vingt-quatre heures. Je ne sais comment expliquer cette différence dans nos résultats : à l'heure où j'écris j'ai devant moi trois grenouilles ainsi opérées, et qui datent du 8 décembre ; nous sommes au 5 février et elles montrent très nettement l'inclinaison du corps du côté sain, et sautent en décrivant un cercle du côté sain aussi ; les symptômes ne sont pas excessivement accusés, mais très nets, je voudrais que M. Steiner les vît.

SECTION TRANSVERSALE de la couche optique *yy'* (fig. 14).

On obtient, quand l'opération est faite sans éther, des effets d'irritation qui donnent des symptômes différents de ceux que nous venons de décrire. L'animal, aussitôt la section faite (sans éther), et pendant qu'on le tient encore dans la main pour recoudre la plaie, fait déjà des mouvements pour tourner du côté opéré ; quand on le met sur l'assiette, il prend une pose inclinée *du côté de l'opération*, et sa tête déviant vers ce côté, il tourne en manège à court rayon un certain nombre de fois de suite *du côté opéré ;* puis il s'arrête, et une demi-heure après la section, le manège à court rayon a cessé, mais la grenouille décrit un cercle à grand rayon dirigé *vers le côté de l'opération*. C'est la seule opération que l'on puisse faire sur le cerveau, qui soit suivie de l'inclinaison du corps et du mouvement de manège, *du côté de l'opération*. Ce sont des symptômes d'irritation, qui ne se montrent presque pas lorsqu'on fait l'opération dans l'éthérisation profonde. Il montre les mêmes signes de douleur (si c'est de la douleur ?) décrits dans l'opération précédente, il tient les yeux fermés, quelquefois un seul œil est fermé temporairement, celui du côté opéré, mais presque toujours les deux yeux sont rentrés fortement ; il respire profondément, et, à part le manège qui suit immédiatement la section, il se tient immobile les premiers jours, il faut l'exciter fortement pour lui faire ouvrir les yeux et le déterminer à bouger.

Lorsqu'on l'examine les jours suivants, il présente une inclinaison, très faible il est vrai, mais rarement nulle, *du côté sain*, en sautant il décrit un grand cercle *du côté sain* aussi ; ce sont des symptômes qui ne se montrent que lorsque les symp-

tômes consécutifs de l'irritation ont cessé; ils persistent très longtemps, plusieurs semaines, puis diminuent peu à peu et disparaissent; ils rappellent ceux qui suivent l'ablation totale de la couche optique, mais sont moins accusés.

2° *Ablation de la couche optique droite suivie de la section du nerf auditif du même côté* (fig. 15).

Position. L'animal se tient incliné du côté droit, mais l'inclinaison n'est pas très forte, moins forte, de beaucoup, que si le nerf auditif était seul coupé.

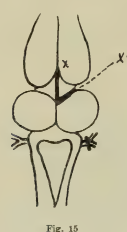


Fig. 15

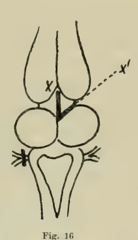


Fig. 16

Mouvement. Il n'y a pas de manège, l'animal peut aller droit devant lui, ou bien tourner à droite ou à gauche, mais il se dirige spontanément presque toujours vers la droite.

Sur le disque tournant. Il n'est sensible que pour l'oreille gauche seulement et ne tourne qu'à droite.

3° *Ablation de la couche optique droite suivie de la section du nerf auditif du côté opposé* (fig. 16).

Position. Le corps est fortement incliné à gauche, plus fortement même que si le nerf auditif était seul coupé.

Mouvement. Il y a manège à court rayon à gauche, ou bien quand l'animal saute il décrit un cercle vers la gauche. Il ne tourne jamais à droite, même pour éviter un obstacle.

Sur le disque tournant. Il n'est sensible que pour l'oreille droite seulement, et ne tourne qu'à gauche exclusivement.

4° *Ablation de la couche optique droite et section des deux nerfs auditifs* (fig. 17).

L'inclinaison du corps persiste du côté sain, comme après la section de la couche optique seule suivant la ligne XX′X″; elle est même assez forte, mais moins forte que lorsque les nerfs auditifs sont intacts.

L'animal ne tourne pas en manège, mais il décrit un cercle du côté sain, il peut

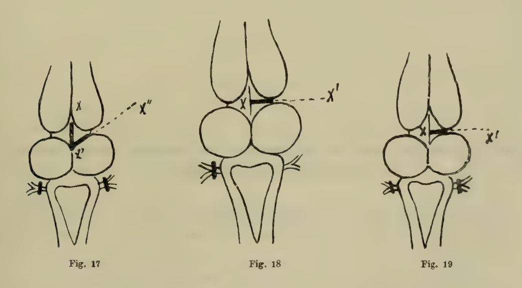


Fig. 17 Fig. 18 Fig. 19

tourner à droite pour éviter un obstacle, mais spontanément tourne plutôt à gauche.

5° *Section transversale de la couche optique droite et section du nerf auditif du côté opposé*. La figure 18 représente cette double opération.

Si la section du nerf auditif *précède immédiatement* la section XX′ de la couche optique, les symptômes irritatifs qui accompagnent cette dernière section et que nous avons décrit à la page 41 ont lieu comme si elle existait seule, ils sont seulement plus passagers, très passagers même; l'animal fait deux ou trois tours de manège à droite, et puis se met à tourner à gauche et se comporte par la suite comme si la section du nerf auditif seule existait. Si la section du nerf auditif *précède de beaucoup* celle de la couche optique, celle-ci ne donne plus lieu à aucun symptôme marquant.

La section du nerf auditif du même côté n'influe en rien sur les symptômes consécutifs à la section faite en travers de la couche optique.

6° *Section tranversale de la couche optique droite, et section bilatérale des nerfs auditifs* (fig. 19).

Si la section des deux nerfs auditifs est faite quelque temps avant la section XX′ de la couche optique, les symptômes consécutifs à cette dernière opération sont très peu accusés, il n'y a qu'un peu d'inclinaison du corps à droite, mais point de manège à court rayon, l'animal décrit en sautant un grand cercle, cela dure un jour et disparaît. Mais si la section des nerfs auditifs précède immédiatement celle de la couche optique, il y a vertige (manège à court rayon après la section XX′).

VI

Sections unilatérales de la moelle et du cerveau accompagnées de la section des nerfs optiques.

(Il faut sectionner les nerfs optiques en premier lieu, car il est dangereux d'ouvrir par en bas le crâne lorsqu'il est déjà ouvert par en haut, on risque de blesser le cerveau).

1° *Section de la moelle* XX′ *et section des deux nerfs optiques* (fig. 20.

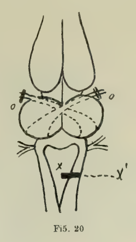


Fig. 20

La position du corps est dressée, il n'y a aucune inclinaison, la ligne des yeux est horizontale, mais les pattes antérieures continuent à être un peu déviées vers le côté droit.

L'animal se met en marche plus difficilement et montre une tendance à reculer, effets de la section des nerfs optiques (nous avons déjà vu ces symptômes figure 2). Il tourne en manège et saute en cercle, en se dirigeant vers le côté gauche, ce sont les symptômes caractéristiques de la section XX' et décrits plus haut, page 23.

2° *Section* XX' *derrière le lobe optique, donc ablation du lobe optique droit, et section des deux nerfs optiques* (fig. 21).

La position inclinée du corps se régularise et se redresse à la suite de la section des deux nerfs optiques ; les deux yeux sont à la même hauteur et l'inclinaison disparaît complètement. Cependant les membres antérieurs montrent encore une faible déviation vers la droite. La grenouille tient la tête levée et regarde au plafond, elle se met en marche plus difficilement et recule plutôt qu'elle n'avance, sauf cela rien n'est changé quant au mouvement ; il y a manège et mouvement en cercle vers la gauche, comme si la section XX' seule existait.

3° *Section* XX' *séparant la couche optique du lobe optique* (ce qui équivaut à l'ablation de la couche optique), suivie de la *section des deux nerfs optiques* (fig. 22).

Comme dans les cas précédents (fig. 20 et fig. 21), la position inclinée du corps

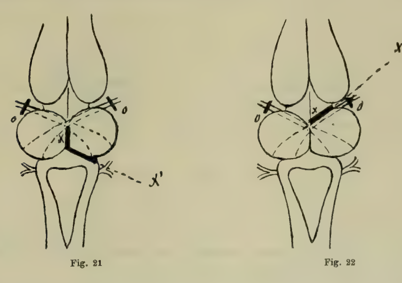


Fig. 21 Fig. 22

se régularise, les pattes antérieures légèrement déviées vers la droite, montrent seules que la position n'est pas entièrement normale, en outre, la grenouille tient la tête très haut et regarde en l'air. La mobilité est moins grande et il y a tendance au recul, sauf cela rien n'est changé au mouvement par la section des nerfs opti-

ques, et celui-ci présente les modifications caractéristiques de l'ablation d'une couche optique décrites plus haut.

L'ENTRECROISEMENT DES NERFS OPTIQUES EST-IL COMPLET CHEZ LES GRENOUILLES ?

Il est difficile de savoir si une grenouille voit ou ne voit pas les objets qu'on lui montre, la réaction de la pupille à la lumière n'est pas non plus un critérium suffisant puisque la pupille d'un œil séparé du corps se contracte encore à la lumière et se dilate à l'obscurité[1]; j'ai donc essayé de tirer parti des phénomènes qui accompagnent la cécité complète chez les grenouilles, et que nous connaissons, pour décider la question.

J'ai fait deux séries d'opérations.

Dans une série de grenouilles je faisais les sections XX' entre l'origine du nerf optique et le chiasma et *yy'* entre le chiasma et l'œil (fig. 23). Si l'entrecroisement est complet la cécité doit être parfaite après cette opération.

Si au contraire l'entrecroisement n'est qu'apparent, et que de fait la plus grande partie des fibres se rend vers l'œil correspondant du même côté, les sections ZZ' et

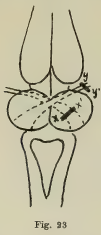


Fig. 23

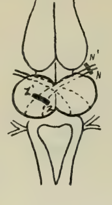


Fig. 24

NN' (fig. 24) produisent une cécité complète; ou presque complète, si une partie des fibres, très faible, prend part à l'entrecroisement.

Les animaux de la série n° 1 (fig. 23) montrent incontestablement un certain degré de cécité, ils tiennent la tête levée en l'air, se mettent en marche peu

[1] Voir C. Schepiloff : Ueber den Einfluss der Nerven auf die Erweiterung der Pupille. *Pflüger's Archiv.* 1886.

volontiers, dans l'eau aussi restent immobiles ou nagent lentement en pataugeant; ne se décident pas à se lancer en avant, cependant ces caractères sont moins marqués que chez un animal complètement aveugle, ainsi ces animaux ne vont pas toujours droit devant eux, en sautant contre les obstacles, mais évitent ces derniers lorsqu'ils sont grands et très visibles, placés contre la lumière. Ces grenouilles sont plus difficiles à attraper quand elles courent librement dans la chambre que des grenouilles complètement aveugles. Les animaux de la série n° 2 par contre, montrent des symptômes de cécité beaucoup plus accentués, à mon avis la cécité paraît complète; l'animal a une position dressée, il éprouve une grande répulsion à se mettre en mouvement, et lorsqu'il se décide à sauter, il avance toujours résolument en ligne droite, et ne s'aperçoit pas des obstacles placés sur sa route.

Tous ces symptômes sont beaucoup plus marqués dans la série n° 2 que dans la série n° 1 et je suis tentée de conclure que l'entrecroisement des fibres, est loin d'être complet. La plus grande partie des fibres, (mais probablement pas la totalité) se dirige de la bandelette optique à l'œil du même côté ; et ces fibres ne font que s'accoler dans le chiasma, à celles venant du côté opposé.

Expériences sur les crapauds (Bufo Cinereus). Ces expériences sont beaucoup plus démonstratives lorsqu'on les fait sur les crapauds, car ces animaux sont beaucoup plus attentifs aux objets qui les entourent; lorsqu'on fait danser devant leurs yeux une mouche attachée à un fil, ou un ver de terre, ils suivent des yeux le bon morceau, courent après, et le happent au bout d'un moment.

On s'assure par ce moyen que l'animal opéré (fig. 23) voit bien de l'œil gauche et est aveugle de l'œil droit. L'animal opéré (fig. 24) paraît presque totalement aveugle.

Ou est situé le centre de la vision ?

En suivant exactement le procédé indiqué par Steiner dans son ouvrage, je me suis assurée que lorsqu'on enlève la partie supérieure des lobes optiques, l'animal devient aveugle : il montre la position dressée du corps, l'hésitation à se mettre en mouvement, il saute contre les obstacles, ne voit pas les mouches qu'on lui présente, enfin fait entendre dès qu'on le touche, le Quack Quack traditionnel.

Le centre de la vision est donc bien dans la partie supérieure des lobes optiques. Est-il exclusivement là ou bien les couches optiques participent à la vision dans une certaine mesure, c'est difficile à prouver; je donnerai plus loin des détails sur cette question.

VII

Combinaison des sections unilatérales faites à des niveaux différents.

1° Les deux sections sont faites du même côté.

a) Section XX′ et *yy′* (fig. 25).

Position du corps inclinée du côté droit, l'animal exécute un manège à court rayon à gauche, en sautant il décrit un cercle vers la gauche.

Mouvement. Il ne se dirige jamais à droite, pas même quand l'obstacle vient de gauche, il tâche de passer dessus ou dessous.

Sur un *plan incliné,* il se balance mais réagit inégalement dans les deux sens latéraux.

Sur le *disque tournant* il répond dans les deux sens, mais l'oreille droite est plus sensible que l'oreille gauche, l'animal présente la différence de mouvement dans les deux sens déjà décrite et représentée par la figure 9. (Voir plus haut),

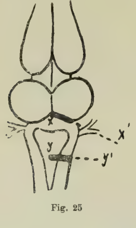


Fig. 25

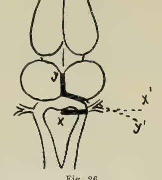


Fig. 26

b) Sections XX′ et *yy′* (fig. 26).

Les symptômes sont exactement les mêmes que si la section XX′ était remplacée par la section du nerf auditif droit.

La *position* du corps est inclinée à droite.

Mouvement. Il n'y a pas de manège à court rayon à gauche comme ce serait le

cas pour la section *yy'* seule, mais l'animal décrit en sautant un grand cercle vers la gauche. Il peut, pour éviter les obstacles, tourner à droite ou à gauche librement, mais spontanément tourne de préférence, et même toujours, à gauche. Cependant de temps en temps il exécute un manège à court rayon et qui dure peu, vers la droite.

Sur le *disque tournant*, naturellement l'oreille gauche est seule sensible, *mais elle répond dans les deux directions*, c'est la même chose que pour l'opération (fig. 10) et les symptômes sont exactement les mêmes.

c) Section XX' et *yy'* (fig. 27).

La *position* de l'animal est inclinée à droite, mais pas très fortement.

Le *mouvement* se fait presque toujours à gauche, cependant il n'y a pas de manège à court rayon, mais seulement un grand cercle vers la gauche ; mais l'animal peut aussi tourner à droite pour éviter un obstacle.

Sur le *disque tournant*, l'oreille droite est plus sensible que la gauche, la sen-

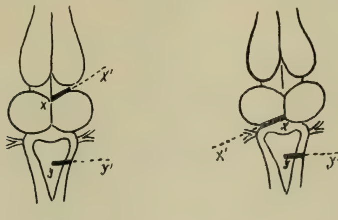


Fig. 27 Fig. 28

sibilité de cette dernière est même très diminuée et l'animal montre dans les deux directions les différences indiquées dans la figure 9.

2° Les deux sections sont faites des deux côtés, a des niveaux différents.

a) Section *yy'* (fig. 28) faite d'abord *seule*.

La *position* du corps est inclinée à droite, la grenouille décrit un cercle à gauche, elle roule autour du côté droit comme axe, tous ces symptômes ont déjà été décrits.

On fait la section XX'.

La position reste inclinée à droite, l'inclinaison augmente même beaucoup, et l'animal roule beaucoup plus souvent qu'avant, en se renversant autour du côté droit comme axe, mais le mouvement en cercle a cessé, la grenouille peut sauter droit devant elle, et peut à volonté tourner à droite ou à gauche pour éviter les obstacles, mais spontanément elle se dirige toujours vers la droite et non vers la gauche.

Sur le *disque tournant* l'oreille droite est BEAUCOUP moins sensible que la gauche, et la grenouille montre pendant la rotation les différences déjà décrites (fig. 9), dans les deux sens.

Sur le plan incliné elle réagit inégalement bien dans les deux sens latéraux, par suite de la difficulté qu'elle éprouve à abaisser le côté gauche.

b) Sections XX' et *yy'* (fig. 29).

La *position* du corps est inclinée fortement à droite.

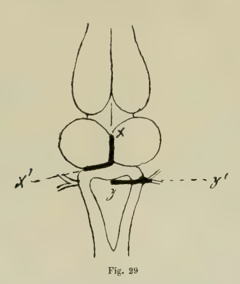


Fig. 29

Mouvement. Manège à court rayon à droite, en sautant l'animal décrit un cercle vers la droite.

Roulement autour du côté droit comme axe, dans l'eau surtout c'est très marqué.

Le *balancement* peut se faire mais la correction se fait inégalement bien des deux côtés, le côté gauche ayant beaucoup de difficulté à s'abaisser autant que le droit.

Sur le *disque tournant* la rotation à gauche est seule sentie, le nerf auditif droit

étant lésé par l'opération — et le nerf auditif gauche n'étant pas dans les conditions qui lui permettent de répondre dans les deux sens — l'animal ne tourne qu'à droite.

c) Sections XX' et *yy'* (fig. 30).

La *position* du corps est inclinée à gauche et la grenouille tourne en manège à gauche.

L'oreille droite est beaucoup plus sensible que la gauche et cela se traduit sur

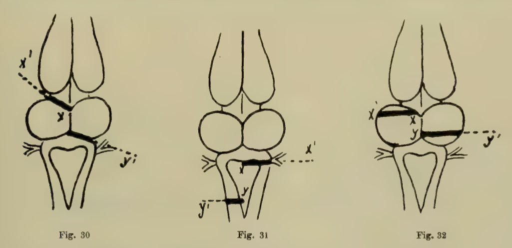


Fig. 30 Fig. 31 Fig. 32

le disque tournant par la différence de mouvement dans les deux sens. — Nous reviendrons sur les symptômes de cette opération plus loin (fig. 42).

d) Sections XX' et *yy'* (fig. 31).

La *position* du corps est inclinée à droite.

L'animal tourne en manège à court rayon à droite ou décrit en sautant un cercle vers la droite. Très sensible à la rotation à gauche seulement.

e) Sections XX' et *yy'* (fig. 32).

Les premiers jours on ne remarque pas d'inclinaison, mais elle s'établit peu à peu, et la grenouille penche à gauche, l'inclinaison est nette bien que pas très forte.

Elle montre une tendance à reculer, et le mouvement latéral à gauche, comme les crabes, que nous avons déjà vu plusieurs fois. Elle tourne en manège à court rayon à gauche et en sautant décrit un cercle vers la gauche.

Sur le *disque tournant* elle répond aux deux directions, mais est plus sensible pour l'oreille droite que pour l'oreille gauche, et montre la différence de mouvements décrite plus haut (fig. 9).

Elle se balance bien sur le plan incliné mais montre une différence nette dans les deux sens latéraux.

f) Sections XX' et *yy'* (fig. 33).

Cette opération rappelle la précédente, l'inclinaison du corps ue s'établit pas de suite, mais après quelque temps et peu à peu, elle est cependant faible quoique nette, et du côté gauche.

Il y a une forte tendance à reculer, en sautant l'animal décrit un grand cercle vers la gauche ; il montre aussi le mouvement latéral comme les crabes, à gauche.

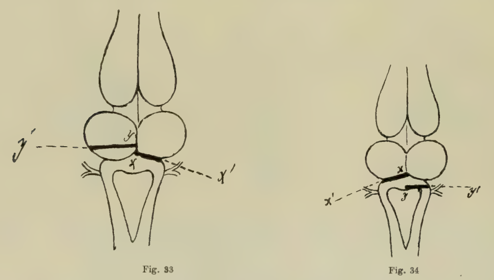


Fig. 33 Fig. 34

On voit que le petit bout du lobe optique gauche restant, semble ne pas entrer en fonction de suite, mais qu'il faut un certain temps pour qu'il puisse fonctionner, probablement l'opération cause un ébranlement qui lui est nuisible.

Sur le *disque tournant* la grenouille répond dans les deux directions.

g) Sections XX' et *yy'* (fig. 34).

Position du corps presque symétrique, cependant il y a une légère inclinaison à droite.

Il n'y a pas de manège, mais l'animal a une tendance, en sautant, à se diriger à droite, plutôt qu'à gauche, cependant pour éviter un obstacle il peut tourner à gauche.

Sur le *disque tournant* il est sensible aux deux directions, mais l'oreille gauche est un peu plus sensible que la droite et il tourne plus volontiers à droite qu'à gauche.

Discussion des faits. Les lésions du cerveau et de la moelle nous ont montré les mêmes symptômes que les lésions des nerfs auditifs : inclinaison du corps latéralement, roulement autour de l'axe longitudinal, mouvement de manège à court rayon, et mouvement en cercle. Examinons d'abord ces trois sortes de mouvements. On a dit que ce n'est qu'une seule et même espèce de mouvement, à trois degrés différents d'intensité, le mouvement en cercle serait le premier terme de la série dont le manège à court rayon serait le terme moyen, et le roulement constituerait l'exagération dernière du manège.

Mais nous avons vu à plusieurs reprises, notamment dans les opérations (fig. 5 et fig. 28, le roulement conservé alors que non seulement le manège à court rayon faisait défaut, mais même le mouvement en cercle manquait, et l'animal, tout en allant droit devant lui, roulait de temps en temps, surtout dans l'eau.

Un autre fait important est, que le roulement n'est pas absolument lié à la section de la moelle allongée (ainsi que Steiner l'admet), puisqu'il peut manquer par exemple dans les opérations fig. 4 et fig. 7, où la moelle est sectionnée, et qu'il a lieu dans l'opération fig. 11, où la moelle est intacte. Selon moi le roulement est un effet du manque d'équilibre dans la position du corps pendant le mouvement *lié surtout à des lésions des nerfs auditifs,* c'est une titubation exagérée pour ainsi dire, l'animal lève trop haut une patte antérieure, ou l'autre, il perd l'équilibre et tombe en se renversant sur le dos. Quand les deux nerfs auditifs sont coupés, il se renverse ainsi, tantôt d'un côté tantôt de l'autre, et quelquefois aussi autour de son train postérieur.

Tout autre chose est le mouvement de manège à court rayon et en cercle. Nous avons déjà vu, à propos des sections des nerfs auditifs et des lésions du labyrinthe, que la direction du mouvement est indépendante du sens de l'inclinaison du corps; les opérations sur le cerveau et la moelle, soit seules, soit combinées aux sections des nerfs auditifs, nous montrent la même chose (voir fig. 3, 5, 10, 25, 26, 27).

Nous avons même vu des cas où le mouvement de manège à court rayon avait liéu par intervalles dans un sens, tandis que le reste du temps l'animal décrivait, en sautant, un cercle dirigé dans un sens opposé, ces deux mouvements ne sont donc pas non plus solidaires l'un de l'autre, ni par conséquent dus à la même cause (voir fig. 10 et 26).

Je serais tentée d'appeler le manège à court rayon vertige. Le mot *vertige* exprime bien l'état particulier dans lequel se trouve l'animal lorsqu'après les der-

nières opérations que nous avons décrites (voir fig. 3, 8, 11, 13, 14, etc.), on voit la tête de l'animal dévier latéralement, et le corps suivre la tête dans un mouvement presque *irrésistible*. Cela rappelle le « *vertigo* » des chevaux.

Voyons maintenant le mouvement en cercle. Il peut être de *deux sortes*.

Dans le *premier cas*, l'animal dévie toujours vers une direction seulement; il est incapable, absolument, de tourner dans l'autre sens, sous l'influence d'impulsions ordinaires telles qu'un obstacle placé sur sa route, ou la menace d'un danger quelconque. Cependant il peut exécuter ce mouvement si on pince fortement le doigt d'une patte antérieure ou postérieure; il en est de même lorsqu'on lui fait subir la rotation sur le disque tournant; mais il montre une si grande répulsion à prendre cette direction, que, contraint à le faire, il prend un biais et nous avons vu (fig. 9) comment il exécute le mouvement.

Dans le *deuxième cas*, le mouvement bien que pouvant s'effectuer dans tous les sens librement, a cependant lieu *de préférence* dans une direction déterminée, c'est-à-dire que spontanément l'animal saute droit devant lui ou se dirige vers une seule direction favorite; mais lorsqu'il rencontre un obstacle sur sa route, ou quand il est menacé d'un danger (si on cherche à l'attraper par exemple), il change résolument de sens et se dirige librement dans une direction opposée à celle qu'il suivait.

Le premier cas représenté par les opérations fig. 3, 8, 11, est lié intimement aux fonctions des nerfs auditifs, le second fig. 5, 10, en est indépendant, nous l'étudierons ensuite, occupons-nous maintenant du premier de ces cas, ainsi que du vertige et du manège à court rayon. Comparons les opérations fig. 3, 8, 14 avec les mêmes opérations faites sur des grenouilles dont les nerfs auditifs ont été coupés : fig. 7, 12, 17, 19; on constate des différences très notables dans les symptômes.

L'inclinaison du corps qui est si marquée dans les opérations de la première série est à peine sensible dans celles de la seconde.

Le vertige qui suit immédiatement l'opération manque entièrement quand les nerfs auditifs ont été coupés, point de manège à court rayon non plus : l'animal va droit devant lui ou bien décrit en sautant un grand cercle, c'est plutôt une *tendance* à se mouvoir dans une certaine direction; *il n'y a pas de répulsion* absolue à suivre une direction contraire; l'animal peut très bien se diriger dans l'autre sens soit pour éviter un obstacle ou pour fuir un danger.

Sur le disque tournant les opérations fig. 8 et 10, se comportent très différemment. L'animal fig. 8 qui ne pouvait pas se décider à tourner à droite et qui, contraint à le faire, prenait un biais, tourne très bien dans cette direction dans l'opération fig. 10; c'est donc vraiment du nerf auditif droit que provenait l'empêchement.

L'animal dont un lobe optique ou une couche optique ont été lésés, éprouve par rapport aux sensations venant de la VIIIme paire l'impression, que le nerf auditif du côté opposé (du côté sain) a été lésé. La sensibilité de cette oreille est émoussée (je ne parle pas de l'audition bien entendu), celle du côté de l'opération ayant gardé son intégrité, l'animal éprouve une extrême répulsion à se diriger ou à tourner sa tête du côté de cette oreille.

La même explication est applicable à la réaction sur le plan incliné, c'est la sensibilité en apparence (par contraste) exagérée, de l'oreille du côté de l'opération qui empêche ce côté de s'abaisser.

Il y a donc entrecroisement dans les lobes optiques et les couches optiques. Mais les lésions de la moelle aussi nous ont montré des symptômes dépendant des nerfs auditifs (sections X^0 X et X^I fig. 3 et fig. 45).

Pouvons-nous nous représenter les rapports qui unissent les nerfs acoustiques avec le cerveau et la moelle, et le trajet que suivent les sensations provenant de ces nerfs et se transformant dans le système nerveux central en impulsions motrices?

L'étude de tous les faits cités, et d'autres que je décrirai plus loin, m'a conduit à me représenter ces trajets tels que je les ai figurés sur la PLANCHE I.

Je suppose que la sensation de l'équilibration venant de chaque nerf auditif, peut suivre dans le système nerveux central *trois* sortes de trajets *(je ne préjuge rien sur la nature anatomique de ces trajets)*.

1° Un trajet qui la conduit vers le cerveau par des fibres qui se croisent dans la moelle avec celles venant de l'autre côté, et qui mettent chaque nerf acoustique en rapport avec la moitié opposée du cerveau. Ce trajet est représenté sur la planche par des lignes à petits traits et des lignes pleines : les lignes pleines indiquent le trajet des réflexes ayant sous leur dépendance la *position du corps;* les lignes à petits traits montrent la voie que suivent les réflexes qui déterminent *le mouvement de l'animal de droite à gauche* (sous l'influence du mouvement centripète de l'endolymphe).

2° Un trajet médullaire direct : les lignes pleines et les lignes à petits traits ont la même signification que ci-dessus.

3° Un trajet médullaire croisé : lignes figurées par des petites croix, et qui indiquent la voie que suivent les réflexes qui déterminent le *mouvement de l'animal de gauche à droite* (ce sont les seuls trajets qui conduisent la sensation provenant du mouvement centrifuge de l'endolymphe)[1].

Ceci étant posé, j'admets en outre que pour la *position du corps*, la voie médullaire l'emporte en importance sur la voie cérébrale ; pour la *direction des mouvements* les trajets cérébraux l'emportent sur les trajets médullaires.

J'ai figuré sur la feuille transparente qui recouvre la planche, les différentes opérations que l'on peut faire sur le cerveau et la moelle ; en regardant par transparence on peut déterminer facilement quels sont les trajets coupés, et se rendre compte des symptômes consécutifs de l'opération. Il faut seulement compléter par la pensée le schéma, et se figurer les mêmes lignes pour le nerf auditif gauche.

J'ajouterai que pour simplifier la question j'admets toujours que dans le mouvement de l'animal de droite à gauche par exemple, la grenouille pousse le corps avec la patte droite, que celle-ci soit étendue ou fléchie, de même elle se pousse avec la patte gauche dans le mouvement de gauche à droite.

Prenons maintenant deux opérations combinées telles que celles des fig. 25 et 28 et tâchons d'en expliquer les symptômes.

Dans la figure 25 si la section XX' existait seule, elle aurait produit (et c'est le cas pour toutes les sections faites au-dessus de l'origine des nerfs auditifs) l'inclinaison du corps à gauche et le mouvement dirigé à gauche aussi, parce que les trajets cérébraux du nerf auditif gauche sont sectionnés, ce qui entraîne une prévalence du nerf auditif droit. La section *yy'* seule, par contre, donnerait l'inclinaison du corps à droite et le mouvement dirigé vers la gauche (c'est le cas pour toutes les sections faites au-dessous de l'origine des nerfs auditifs), à quoi est dû cet effet ? L'inclinaison du corps s'explique par la section des trajets médullaires directs du nerf auditif droit, mais qu'est-ce qui produit le mouvement en cercle ? Nous verrons plus loin (fig. 45) et les observations sur l'opération (fig. 10), nous confirment dans cette idée, que les trajets médullaires d'un nerf auditif ont pour fonction de

[1] Je fais abstraction, pour le moment, des lignes figurées sur la planche par des points et par des petits cercles, j'en parlerai plus loin.

déterminer la direction du mouvement dans un sens ou dans l'autre selon la nature de l'irritation (rotation sur le disque tournant, à droite ou à gauche), mais la section de ces trajets peut-elle expliquer dans le cas présent la direction prévalente du mouvement dans le sens opposé à la lésion ? Je crois plutôt qu'il s'agit ici d'un effet dû à la section partielle tout au moins, des trajets cérébraux du nerf auditif gauche, dans leur partie descendante. Ce qui me le fait croire c'est que le nerf auditif gauche devient moins sensible à la suite de cette section (yy') : les trajets cérébraux du nerf auditif droit restant intacts, prédominent, et le mouvement (grand cercle) se fait vers la gauche ; sur le disque tournant aussi, l'animal réagit moins vite quand on tourne à gauche, qu'à droite.

Ce qui me confirme encore dans cette idée, c'est que la section XX' ajoutée à cette section yy' (fig. 25) exagère le mouvement en cercle, et l'animal tourne alors en manège à court rayon (à gauche). Ainsi quand une partie seulement des trajets cérébraux d'un nerf auditif est coupée, il y a mouvement en cercle, quand ils sont tous coupés à la fois, il y a vertige et manège à court rayon, sous l'influence des voies cérébrales du nerf auditif sain.

L'inclinaison du corps après les deux sections XX' et yy' combinées a lieu du côté droit, parce que, comme nous l'avons dit, la section des trajets médullaires, l'emporte, comme importance, sur celle des voies cérébrales pour régler la position du corps.

Prenons encore une opération double, celle de la figure 28.

Nous venons d'expliquer l'influence de la section yy' nous n'y reviendrons pas, mais pourquoi la section XX' ajoutée à la section yy' abolit-elle le mouvement en cercle vers la gauche (la grenouille se dirige maintenant de préférence vers la droite), tandis que l'inclinaison du corps à droite persiste ?

L'oreille droite est en outre devenue presque *insensible* à la rotation sur le disque tournant, et cependant elle n'a pas été lésée directement. C'est que outre les fibres médullaires directes toutes les fibres cérébrales croisées du nerf auditif droit ont été sectionnées, il est donc évident que le corps doit s'incliner à droite ; tous les trajets que la sensation venant du nerf auditif droit pourrait suivre, dans le cerveau et la moelle, étant ainsi abolis, sauf les voies médullaires croisées, qui favorisent le mouvement vers la droite (sous l'influence des sensations venant du mouvement centrifuge de l'endolymphe), le nerf auditif gauche dont la section yy a

affaibli mais non détruit les fonctions, reprend l'avantage à la suite de la section XX′ et produit la tendance à la direction du mouvement vers la droite.

Nous pouvons maintenant tâcher de nous représenter pourquoi dans l'opération (fig. 10), l'animal répond au mouvement de rotation dans les deux sens sur le disque tournant, tandis qu'il n'a qu'un seul nerf auditif (l'autre étant coupé).

Plus loin l'opération (fig. 45) montre le même fait. Si les sections X*y* (fig. 10 et 45) n'existaient pas, et le nerf auditif droit était seul sectionné, les sensations venant du nerf auditif gauche pourraient suivre les trois trajets que nous avons indiqués sur la planche. Les sensations venant du mouvement centripète de l'endolymphe, suivraient les trajets cérébral et médullaire indiqués par les lignes à petits traits; tandis que les sensations venant du mouvement centrifuge de l'endolymphe suivraient le trajet médullaire indiqué par les petites croix. Pour se soustraire à cette dernière sensation l'animal devrait tourner du côté même du nerf irrité, cela provoquerait de suite le mouvement centripète de l'endolymphe, lequel serait transmis au cerveau et à la moelle; or nous avons admis la prédominance absolue des voies cérébrales et toute sensation venant des nerfs auditifs qui ne suivrait pas cette voie ne pourrait donner lieu à un mouvement; voilà pourquoi quand le cerveau est intact l'animal ne réagit que pour la direction centripète de l'endolymphe.

Par la section X*y* (fig. 10 et 45) nous avons sectionné les voies cérébrales du nerf auditif gauche, et le nerf auditif droit étant coupé, il ne reste en présence que les trajets médullaires croisés et directs du nerf auditif gauche, et comme ces deux systèmes de trajets ont la même valeur, tous les deux peuvent entrer en fonction chacun à son tour et l'animal répond aussi bien au mouvement centrifuge que centripète de l'endolymphe.

Enfin les phénomènes de déséquilibration consécutifs des lésions unilatérales du cerveau et de la moelle, que nous venons d'étudier, ne sont pas imputables à une paralysie de certains groupes de muscles, mais sont dûs *à un défaut d'égalité dans l'intensité des sensations venant des deux nerfs auditifs : ces symptômes disparaissent complètement avec le temps*, ce qui ne pourrait pas avoir lieu s'ils étaient dus à un désordre dans la musculature.

VIII

Sections bilatérales de la moelle et du cerveau.

A. Fonctions de la moelle et du cerveau moins les lobes cérébraux.

La ligne de section passe en XX′ *yy′* (fig. 35). *Les nerfs optiques sont épargnés par la section.*

L'animal paraît absolument normal, il marche, saute, nage comme un animal sain, il en est de même sur le disque tournant et sur le plan incliné.

Dans son terrarium il se meut, change de place, va se plonger dans le bassin, ou en sort, spontanément et à son gré, bref il ne présente aucun caractère particulier et ne peut être distingué d'un animal sain.

Fig. 35

Les grenouilles comme les crapauds attrapent très bien les mouches, les vers de terre et les escargots.

Mes animaux n'ont jamais présenté cette immobilité caractéristique dont parlent divers observateurs ; je me demande si les différences ne tiennent pas au milieu dans lequel vit la grenouille opérée. J'ai souvent vu des grenouilles *parfaitement saines*, rester pendant des heures, et même des jours, dans un coin de la chambre

lorsqu'on les abandonnait libres sur le parquet, elles meurent même et se dessèchent dans leur coin sans en sortir. Tandis que placées dans un terrarium dans lequel l'herbe pousse épaisse et au milieu duquel se trouve un petit bassin rempli d'eau, les grenouilles se montrent très agiles et remuantes, même quand elles sont privées des lobes du cerveau.

1° *Section unilatérale ou bilatérale des nerfs auditifs.*

Les symptômes sont exactement les mêmes que si l'opération était faite sur un animal parfaitement normal, la lésion du cerveau ne les modifie en rien.

2° *Section des deux nerfs optiques.*

Ce sont les mêmes symptômes que nous avons déjà décrits chez l'animal normal mais moins marqués; il tient son corps dans une position dressée, regardant au plafond et montre tous les signes caractéristiques d'un animal complètement aveugle; il a donc conscience de son état malgré l'absence des hémisphères cérébraux, seulement les symptômes paraissent atténués. L'ablation des deux lobes cérébraux ne nous ayant rien donné, voyons quel sera l'effet de l'ablation d'un seul lobe cérébral.

A'. Ablation d'un seul lobe cérébral.

La ligne de section passe par XX' (fig. 36). La ligne de section doit empiéter un

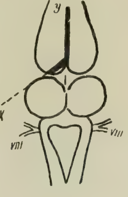


Fig. 36

peu sur le lobe cérébral lui-même, pour éviter de léser la couche optique sous-jacente.

On ne remarque, à la suite de cette opération, aucun symptôme particulier, et l'animal ne diffère en rien, en apparence, d'un animal sain.

On est donc tenté de croire, à la suite de ces expériences, que les lobes cérébraux ne servent à rien, puisque leur ablation unilatérale et bilatérale ne donne lieu à aucun symptôme. Cependant je montrerai plus loin qu'on ne doit pas être aussi affirmatif à ce sujet.

B. Fonctions de la moelle et du cerveau moins les lobes cérébraux et les couches optiques (thalami optici).

1° La section suit la ligne XX′ *yy′* (fig. 37), *les nerfs auditifs sont intacts.*

Il faut que la ligne de section passe exactement dans le sillon qui sépare les cou-

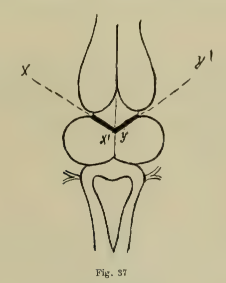


Fig. 37

ches optiques des lobes optiques, ou qu'elle empiète un peu sur ces derniers, car si elle empiétait sur les couches optiques, nous aurions les effets de douleur décrits plus haut, ce qui est à éviter.

Les nerfs optiques sont sectionnés par l'opération si la section empiète un peu sur les lobes optiques, et cependant l'animal ne montre pas tous les signes caractéristiques de la cécité.

Quand on l'excite, il répond souvent en reculant d'abord, mais ensuite il se met à sauter résolument; il paraît même plus mobile qu'un animal sain, et montre une grande vivacité d'allures; il est certain qu'il ne s'aperçoit pas des obstacles placés sur sa route et ne les contourne jamais, il est évidemment aveugle, mais il n'a pas l'air de s'en apercevoir. C'est ainsi qu'il ne présente pas la position dressée du

corps, mais se tient très normalement. Il ne fait pas non plus entendre le Quack-Quack, à chaque occasion, comme un animal aveugle. Il nage très bien, quelquefois il tombe au fond, mais il sait fort bien remonter à la surface, et paraît s'orienter très exactement dans les diverses directions qu'il veut prendre.

Sur le *plan incliné*[1] et sur le *disque tournant* il réagit comme un animal normal, dont il ne diffère du reste en rien par l'apparence.

2° *Section des nerfs auditifs.*

La section unilatérale ou bilatérale des nerfs acoustiques donne chez ces animaux exactement les mêmes symptômes que chez un animal sain.

B′. Fonctions de la moelle et du cerveau, moins les lobes cérébraux et une couche optique.

1° Section X*y* X′*y*′ (fig. 38) *les nerfs auditifs sont intacts.*

Il y a inclinaison du corps à gauche et mouvement en cercle vers la gauche. Mais l'animal peut se diriger à droite pour éviter un obstacle venant de gauche.

Sur le *plan incliné,* il réagit bien, mais l'inclinaison est inégale dans les deux sens latéraux, le côté droit s'inclinant moins que le côté gauche.



Fig. 38

Sur le *disque tournant* il est très sensible aussi dans les deux sens, mais l'oreille gauche est moins sensible que l'oreille droite et il se met à tourner plus vite à gauche qu'à droite.

Cette opération nous rappelle beaucoup, par les symptômes que l'on observe, celle de la figure 14 XX′X″ (sans la section *yy*′), et on ne peut guère arriver à

[1] Ici je suis d'accord avec Schrader mais en désaccord avec Steiner.

faire sur les animaux opérés, suivant ces deux manières, le diagnostic différentiel de l'opération pendant la vie.

2° *Section des nerfs auditifs.*

Si un seul nerf est coupé les symptômes sont exactement les mêmes que ceux que nous avons étudiés (fig. 15 et 16), c'est toujours la section du nerf qui détermine les symptômes; et l'inclinaison du corps et la direction du mouvement ont toujours lieu du côté du nerf auditif coupé.

Mais si les deux nerfs auditifs sont sectionnés l'animal opéré (fig. 39) montre une grande différence d'avec celui de la fig. 17. Celui-là continuait à garder une position inclinée bien que l'inclinaison fut plus faible après la section bilatérale des nerfs auditifs qu'avant, cependant elle persistait de même que le mouvement en cercle.

Ici par contre (fig. 39) l'inclinaison du corps disparaît complètement, l'animal prend une position symétrique, ou s'il penche de temps en temps il le fait *indis-*

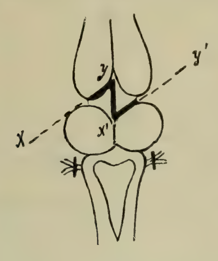


Fig. 39

tinctement d'un côté ou de l'autre, enfin il a absolument l'attitude qu'un animal sain prendrait à la suite de la section des deux nerfs auditifs : il tient sa tête n'importe comment, le plus souvent légèrement inclinée en avant. Il va droit devant lui s'il avance, et s'il recule il le fait en ligne droite — et ne présente absolument aucun mouvement de manège ni en cercle — ni aucun autre mouvement asymétrique — tout chez lui est redevenu symétrique.

Nous avons ainsi étudié les fonctions d'une seule couche optique (la gauche), isolée de l'autre couche optique et des lobes cérébraux.

Maintenant laissons-la en communication avec l'autre couche optique et avec le reste du cerveau et comparons les deux parties du cerveau séparées par la ligne X*y* (fig. 40). Celle de gauche où le lobe optique seul est conservé, et celle de droite où toutes les parties du cerveau sont intactes.

B″. Fonctions de la moelle qui est en relation a gauche avec le lobe optique seul, et a droite avec tout le cerveau (fig. 40).

La position du corps est inclinée à droite, l'animal en sautant décrit un cercle vers la droite, mais il peut se diriger à gauche pour éviter un obstacle.

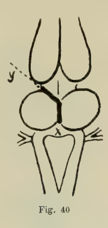


Fig. 40

Il ne montre aucune tendance à reculer et point de mouvement latéral (comme les crabes) non plus. Le balancement sur un plan incliné se fait très bien, et l'inclinaison dans les deux sens est presque égale.

Sur le *disque tournant* l'oreille droite est moins sensible que la gauche, l'animal réagit moins vite, mais le mouvement dans les deux sens s'accomplit également bien. Les symptômes, on le voit, sont ceux de l'opération (fig. 14 XX″). L'analogie persiste aussi quand on sectionne un des nerfs auditifs, ou lorsqu'on coupe les deux nerfs auditifs ; — étudions cela.

Section des nerfs auditifs.

1° *Section bilatérale* (fig. 41).

L'inclinaison du corps persiste et l'animal bien que pouvant aller très droit devant lui montre cependant une tendance à se diriger à droite, mais c'est un très grand cercle qu'il décrit. Naturellement il ne réagit ni sur le plan incliné ni sur le disque tournant ; il faut remarquer que l'inclinaison du corps est beaucoup plus

faible quand les nerfs auditifs sont coupés, qu'avant cette opération, elle est même très faible, cependant apparente à un examen soigneux de l'animal.

2° *Section du nerf auditif droit seul*, sect. N' (fig. 41). (Le nerf auditif gauche est intact).

L'inclinaison du corps à droite devient plus accentuée encore qu'avant, et l'animal exécute un manège à court rayon à droite, en sautant il décrit un cercle vers la droite. Il ne peut plus se diriger vers la gauche, pendant quelque temps du

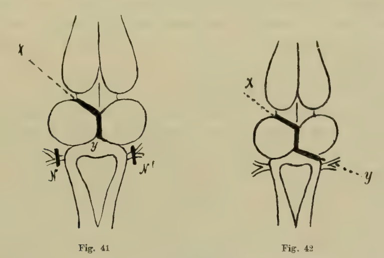


Fig. 41 Fig. 42

moins, mais ensuite, au bout d'un temps suffisamment long, il peut, pour éviter les obstacles, tourner à gauche, mais spontanément il tourne toujours à droite.

3° *Section du nerf auditif gauche seul* (fig. 41. N.). (Le nerf auditif droit est intact).

Le corps s'incline à gauche, assez fortement, l'animal saute droit devant lui, il se dirige cependant de préférence à gauche.

B'''. Fonctions de la moelle en communication avec un lobe optique seulement et isolée de tout le reste du cerveau.

1° Section Xy (fig. 42). Les nerfs auditifs sont intacts.

C'est la même section que dans l'opération précédente mais prolongée sous le lobe optique droit.

L'animal ne présente au premier moment aucun changement dans la position et paraît absolument normal, il montre la tendance à reculer en ligne droite, mais aucune inclinaison, ni manège.

Si on l'examine quelques heures plus tard, on remarque qu'il se tient légèrement incliné du côté gauche, et cette inclinaison augmente progressivement, sans cependant être jamais très forte. Il décrit alors un cercle vers la gauche et de temps en temps même peut tourner en manège à court rayon à gauche, il montre aussi le mouvement latéral vers la gauche (comme les crabes). Il réagit très bien sur le plan incliné, mais l'abaissement du côté gauche est plus complet que du côté droit.

Sur le *disque tournant* il réagit fort bien aussi, mais l'oreille gauche est bien moins sensible que la droite, et l'animal montre la différence de mouvement dans les deux sens déjà décrite et figurée (fig. 9), mais la différence est moins marquée que dans d'autres opérations.

2° *Section des nerfs auditifs* (fig. 43).

La *section bilatérale* rétablit l'équilibre de la position et du mouvement, l'inclinaison disparaît tout à fait, la position redevient symétrique de même que le mouvement qui s'effectue maintenant en ligne droite, sans aucune tendance à tourner à gauche plutôt qu'à droite, Cet animal ne peut pas être distingué de celui dont l'opération est représentée (fig. 39). Les deux opérations de la figure 43 et de la figure 39, sont identiques comme symptômes. Lorsqu'un seul nerf auditif est coupé l'inclinaison se fait toujours du côté du nerf auditif sectionné, le mouvement aussi se fait de ce côté là.

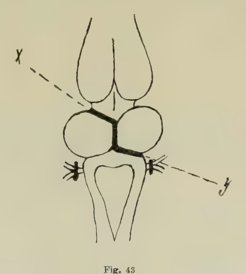


Fig. 43

Discussion des faits. Nous venons de noter dans ce chapitre un certain nombre de faits, qui méritent attention.

L'opération (fig. 37) nous apprend que les couches optiques (thalami optici) si elles ne sont pas le centre de la vision (Steiner admet que ce centre se trouve situé dans les lobes optiques et je suis d'accord avec lui), du moins contribuent, semble-t-il, à donner à l'animal la conscience de la perception visuelle; quand les couches optiques manquent, la section des nerfs optiques (conséquence de l'opération du reste), ne produit plus chez la grenouille cette hésitation dans les mouvements, au même degré que chez un animal ayant le cerveau intact. La position du corps est normale et non dressée comme chez ce dernier, il ne présente pas non plus de « quack-reflexe » exagéré. On dirait que l'animal bien qu'aveugle n'a pas conscience de son état, ou seulement une conscience incomplète.

Je crois aussi que cette sorte de conscience réside en partie dans les hémisphères cérébraux, car la grenouille privée de ses hémisphères, montre d'une manière moins nette, et moins marquée, les symptômes de cécité que l'animal sain.

Les opérations (fig. 38, 40 et 42) comparées à celles des (fig. 39, 41 et 43 nous montrent aussi des faits très remarquables.

En effet comment expliquer, si ce n'est par l'influence des nerfs auditifs, le fait que les symptômes observés dans les opérations (fig. 38 et 42) disparaissent après la section bilatérale des nerfs auditifs : (fig. 39 et 43)? *Ces faits nous prouvent que non seulement les lobes optiques, mais que les couches optiques sont aussi en relation avec les nerfs auditifs.* On peut donc dire que les lobes optiques et les couches optiques sont des centres de l'équilibration actionnés par les nerfs auditifs.

Mais comparons les figures 40 et 41 et aussi les figures 42 et 43. Tandis que la section bilatérale des nerfs auditifs fait disparaître tous les symptômes d'asymétrie consécutifs à l'opération de la figure 42, il n'en est pas de même dans l'opération (fig. 40); ici les symptômes persistent, bien qu'atténués, aprés la section bilatérale de la VIIIme paire. D'où vient cette différence ? Et d'abord elle nous montre que les sensations venant des nerfs auditifs ne sont pas les seules qui fournissent à l'animal le sens de l'équilibration, puisque même en l'absence de ces nerfs les lésions de la moelle et du cerveau, unilatérales, produisent encore des phénomènes de déséquilibration, ainsi que nous l'avons déjà vu dans les opérations (fig. 7, 12, 17; nous avons du reste établi plus haut la part des nerfs optiques dans le maintien de l'équilibration chez la grenouille : Chapitres I et VI.

Mais pour expliquer les différences présentées par les opérations (fig. 41 et 43) pouvons-nous invoquer le rôle des nerfs optiques?

Le chiasmos des nerfs optiques est sectionné par l'opération, mais nous avons vu plus haut qu'il est permis d'admettre que chez la grenouille l'entrecroisement des fibres n'est pas complet, tant s'en faut, il est donc possible que l'œil droit continue à voir, et en effet l'animal ne montre pas les caractères d'un animal aveugle, et sait fuir et éviter les obstacles; sectionnons donc le nerf optique droit entre le chiasmos et l'œil, et par acquit de conscience sectionnons aussi le nerf optique gauche au même niveau.

L'animal doit d'abord subir la section des deux nerfs optiques, opération qui sé fait par la bouche; on attend deux ou trois semaines, et quand la plaie de la bouche est guérie, on ouvre le crâne par en haut, et on fait la section des deux nerfs auditifs et l'opération sur le cerveau.

L'animal opéré suivant ce procédé, et représenté par la figure 41 *bis* présente des symptômes de déséquilibration nets bien que pas très marqués : il se tient incliné

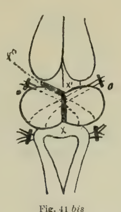


Fig. 41 *bis*

du côté droit, et en sautant décrit un grand cercle vers la droite; il peut aller à gauche pour éviter un obstacle.

Chez cette grenouille le lobe optique gauche est isolé de ses communications avec le reste du cerveau, tandis qu'à droite le lobe optique est en rapport avec tout le cerveau. C'est donc bien à ses communications avec les centres situés au-dessus, que le lobe optique droit, doit exercer sur les mouvements et la position de l'animal une influence qui prédomine sur l'action du lobe optique gauche.

A quelle partie du cerveau revient cette influence?

On pourrait penser que c'est aux couches optiques qu'elle est due. Cependant l'étude de l'opération (fig. 39) ne me confirmait pas dans cette idée. Néanmoins je fis l'opération suivante. A une grenouille opérée suivant le procédé (fig. 41 *bis*) et

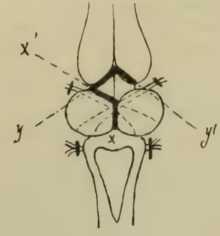


Fig. 41 *ter*

présentant les symptômes de déséquilibration décrits, j'enlevai les hémisphères cérébraux (fig. 41 *ter*).

A la suite de cette opération la position du corps devint symétrique, et les mouvements aussi ; ni inclinaison, ni mouvement en cercle.

Je crois qu'*il faut donc reconnaître aux hémisphères cérébraux, un rôle d'une certaine importance dans la motilité de l'animal,* importance que ces expériences mettent en relief.

Il découle de ces faits qu'*une grenouille dont les hémisphères cérébraux sont enlevés, et dont les nerfs auditifs et optiques sont coupés, peut subir une lésion unilatérale quelconque du système nerveux central sans présenter des phénomènes de déséquilibration ;* ni position inclinée, ni mouvement asymétrique. J'ai maintes fois vérifié expérimentalement ce fait (il est à peine besoin de le dire, la section unilatérale doit épargner les racines motrices).

C. Fonctions de la moelle dans son entier (moelle épinière, moelle allongée et cervelet) isolée du cerveau.

La section qui sépare le cerveau de la moelle est faite suivant la ligne XX' (fig. 44) toujours au moyen des petits ciseaux déjà mentionnés, et dont les pointes

fines sont plantées verticalement des deux côtés de la ligne de section. La section passe exactement dans le sillon qui sépare les lobes optiques de la moelle, elle est faite en deux fois, d'abord derrière un lobe optique, puis derrière l'autre, mais les deux sections se suivent immédiatement et sans aucun intervalle de temps.

La section est ainsi plus nette, quand elle est faite en deux fois, que si l'on plan-

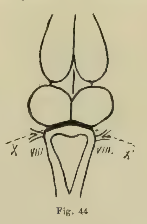


Fig. 44

tait les deux branches des ciseaux aux deux extrémités de la ligne de section dans toute sa longueur, et que la moelle fut coupée d'un trait; la masse cérébrale molle pourrait dévier facilement et la ligne de séparation ne serait pas nette. Une preuve que ma méthode est bonne, c'est que jamais, dans les nombreuses opérations que j'ai faites, je n'ai remarqué la moindre asymétrie, soit dans la position ou le mouvement.

Je crois que ce procédé donne des résultats beaucoup plus sûrs que l'emploi du scalpel, le scalpel serait même d'un usage presque impossible dans les opérations où la ligne de section est une ligne brisée comme dans les figures 38, 39, 40, 41, 42, 43 que nous venons d'étudier, et où l'emploi des petits ciseaux rend la chose si simple : il suffit de fragmenter la section entière en deux ou trois sections successives, selon que la ligne est brisée en deux ou en trois.

Revenons à l'opération de la figure 44.

Position du corps. L'animal a une apparence normale, seulement, les premiers temps surtout, il a l'air un peu assoupi, une apparence de repos plus prononcée que chez un animal sain dans les mêmes conditions; ainsi en plein été il ressemble à une grenouille d'hiver. Souvent il tient la tête un peu abaissée, cependant cette position n'est pas constante, souvent la tête est normalement levée.

Mouvements. J'ai gardé des grenouilles excérébrées pendant huit mois dans un

terrarium, en les nourrissant par le gavage de mouches et de petits morceaux de viande, et j'ai vu que ces animaux n'étaient pas dépourvus de spontanéité dans leurs mouvements.

C'est ainsi que souvent, pendant que je lisais, dans le silence de ma chambre, je les entendais sauter; même il était rare qu'il se passât une heure sans qu'elles changent de place, cependant il n'y avait rien qui pût les exciter, point de mouches aucun bruit et une lumière diffuse.

D'ordinaire, quand l'une d'elles commençait, c'était un branle-bas général, car elles sont très excitables, ces grenouilles, et répondent par des sauts d'autant plus vifs qu'elles sont restées plus longtemps en repos.

Dans les premiers temps qui suivent l'opération, elles montrent une tendance très nette au recul, et elles répondent à toute excitation par un mouvement en arrière, souvent quand on les touche à la partie postérieure du dos, elles font un mouvement brusque d'avancer, suivi d'un mouvement immédiat de recul; si elles rencontrent en reculant un obstacle placé en arrière, elle font un mouvement en avant, puis reculent de nouveau, et ainsi plusieurs fois de suite, mais ne se décident pas à marcher en avant ni à sauter. Spontanément aussi on les voit reculer, puis faire un pas en avant puis un pas en arrière, et cela plusieurs fois de suite.

Plus tard cette tendance à reculer diminue, l'animal avance plus librement, et enfin arrive à sauter à la moindre excitation comme une grenouille normale, et même peut-être plus vivement qu'une grenouille normale, car on remarque une excitabilité plus grande chez ces animaux.

Il ne tolère pas la position sur le dos et se relève immédiatement. Mais dans les premiers temps il ne se relève pas aussi vite, et reste un moment sur le dos. On pourrait croire que c'est l'hypéresthésie cutanée qui est cause qu'il se relève, mais il est facile de se convaincre qu'il n'en est rien, car il suffit de faire la section des deux nerfs auditifs pour que l'animal tolère parfaitement cette position, ainsi que nous le verrons plus loin.

Natation. Les mouvements dans l'eau sont très normaux. Les premiers temps, pendant la période de recul, l'animal mis sur l'eau reste immobile comme s'il était assis par terre; il tient les bras un peu étendus en avant comme pour reculer, si on le touche légèrement il barbotte un peu, mais n'avance pas; mais si on l'excite plus fortement il se lance en avant rapidement, et souvent franchit d'un bond le

bord du bassin. Plus tard, quand il est plus mobile, aussitôt mis sur l'eau il commence de suite à nager rapidement et d'une façon tout à fait normale[1], les bras collés au corps et en se poussant des pieds : « völlig coordinirt » dirait certainement Steiner s'il avait vu mes grenouilles, et je ne m'explique pas comment il se trouve que ses grenouilles à lui ne présentaient pas ce mode de natation qui n'a *jamais* fait défaut chez les miennes.

Cependant malgré ces mouvements si normaux, je considère ces grenouilles comme différant des animaux sains, et voici en quoi. Il me semble que ces animaux ne reconnaissent pas la direction qu'ils suivent, ils montent et descendent dans le bassin rempli d'eau, mais sans paraître s'en rendre compte, et voici ce qui me le fait croire.

Si on prend une grenouille saine dans la main et qu'on la maintienne sous l'eau, la tête dirigée en bas, pendant quelque temps, elle commence à sentir un peu d'asphyxie, et dès qu'on la lâche elle remonte d'un bond vers la surface et s'y maintient en respirant profondément. Une grenouille excérébrée, par contre, relâchée après avoir été maintenue sous l'eau, s'élance aussi brusquement, mais suit n'*importe quelle direction*, remonte à la surface, si la tête était dirigée en haut, pendant qu'on la tenait sous l'eau, descend au fond, si on la maintenait la tête en bas. S'il lui arrive, dans ses courses à travers l'eau, d'atteindre la surface, elle ne s'y arrête pas, et redescend, ou bien nage quelquefois horizontalement à quelques centimètres de la surface. Les mouvements continus et inquiets, d'autant plus inquiets que les animaux ont été maintenus plus longtemps sous l'eau, montrent bien qu'ils sont en proie à l'asphyxie, et cherchent la surface, mais ils ne savent pas y parvenir et s'y maintenir; si on les saisit alors dans la main, et qu'on les maintienne posés sur l'eau et la tête hors de l'eau, pendant un moment, quand on retire la main, ils restent ainsi, en respirant profondément; puis au premier mouvement qu'ils veulent faire ils s'élancent de nouveau en suivant n'importe quelle direction, nagent ainsi quelque temps, enfin épuisés tombent au fond, puis recommencent à nager pour retomber de nouveau gagnés par la fatigue, au fond, bref, ils pourraient mourir si on ne les retirait de l'eau. Mes animaux qui ont vécu très longtemps, quelques-uns plus de huit mois, ont toujours montré les mêmes symptômes, jusqu'au bout.

[1] Sur ce point je suis d'accord avec Schrader.

Réaction sur le plan incliné. Jamais, malgré le nombre très considérable de grenouilles excérébrées que j'ai observées. et la longue survie de ces animaux, jamais je n'ai observé la moindre réaction sur le plan incliné; quelle que soit la direction dans laquelle on incline la planchette, l'animal reste impassible et tombe comme une masse quand l'inclinaison atteint un certain degré[1].

Réaction sur le disque tournant. Les premiers jours ces animaux ne sont quelquefois pas très attentifs aux mouvements de rotation, mais ensuite ils réagissent très normalement dans les deux directions, et montrent parfaitement le mouvement de réaction à l'arrêt[2]. Elles me paraissent même être plus sensibles que des grenouilles normales aux mouvements de rotation et voici ce qui me le fait croire. Si on touche latéralement une grenouille normale, elle se jette vivement du côté opposé, pour fuir l'attouchement, et d'autant plus vivement, que le contact était plus brusque; une grenouille excérébrée par contre, fuit en ligne droite si le contact est léger, et tourne *dans le sens même* d'où vient l'attouchement, si celui-ci est un peu brusque, et qu'en touchant la tête de la grenouille on lui donne un petit coup, qui la déplace un peu latéralement; ceci s'explique par une grande sensibilité des labyrinthes. Un contact brusque venant latéralement, ébranle le labyrinthe, il équivaut à un commencement de rotation dans la direction opposée à celle d'où vient le contact, et la grenouille répond en tournant dans la direction même d'où vient l'ébranlement; au lieu de fuir le danger l'animal se tourne brusquement vers ce danger.

Quelquefois on remarque chez les grenouilles excérébrées, pendant les premiers temps, une tendance à tourner en manège à court rayon alternativement dans un sens puis immédiatement après dans l'autre, plus tard, après quelques jours, ou quelques semaines, cela disparaît et les grenouilles spontanément sautent droit devant elles sans dévier, ni à droite ni à gauche.

Section des nerfs auditifs.

1° Le nerf acoustique droit est seul sectionné, l'autre est intact (fig. 45.)

Position. L'animal se tient fortement incliné à droite, donc du côté de la section du nerf auditif, c'est la position de défense, aussi nettement exprimée, mais plus légèrement peut-être, que si la section du nerf auditif était faite sur un animal sain.

[1] Je suis soutenue en cela par Goltz, qui n'a jamais observé de balancement.

[2] Je suis ici en désaccord avec Goltz.

Mouvement. La grenouille *roule* souvent autour du côté droit comme axe, surtout quand elle est dans l'eau.

Elle tourne en manège. Mais au lieu que, à la suite de la section du nerf audi-



Fig. 45

tif, faite chez une grenouille saine, le manège à court rayon se fait exclusivement du côté du nerf coupé, dans le cas actuel, il a lieu tantôt dans un sens, puis de suite après, dans l'autre : l'animal fait trois, quatre tours à droite, puis immédiatement après, plusieurs tours à gauche, ensuite il s'arrête puis recommence de nouveau. Il peut aussi aller droit ou tourner à droite ou à gauche pour éviter les obstacles.

Sur le disque tournant l'animal réagit dans les deux sens, quand on tourne à gauche il tourne à droite, puis quand le mouvement s'arrête, il tourne la tête à gauche et souvent fait un tour entier.

Lorsque le disque tourne à droite, il réagit parfaitement en tournant à gauche, non seulement la tête comme M. Ewald dit, mais le corps tout entier, et fait un grand nombre de tours, à l'arrêt il tourne à droite très rapidement. Quelquefois même la rotation à droite est plus vivement sentie qu'à gauche, dans ce cas, l'animal en sautant décrit un grand cercle vers la gauche.

2° *Section des deux nerfs auditifs.*

Si on attend que la période de recul à la suite de la section X*y* soit passée, et qu'ensuite on sectionne les deux nerfs auditifs (fig. 46), on voit que l'animal ne se décide plus à avancer comme il le faisait avant cette section, et montre de nouveau la tendance à reculer.

Sur le disque tournant il reste absolument impassible.

Il tolère parfaitement la position sur le dos, et dans l'eau nage souvent ainsi avec grande rapidité, et d'une manière absolument coordonnée.

Discussion des faits. Nous avons vu que, à la suite de l'opération (fig. 45) où un nerf auditif (le droit) était sectionné, l'animal tournait en manège à court

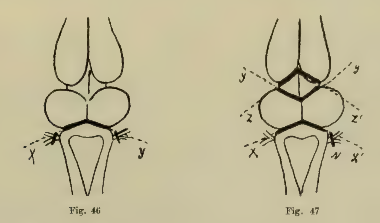


Fig. 46 Fig. 47

rayon dans un sens, puis dans l'autre, nous avons vu aussi que sur le disque tournant il était sensible aux deux directions.

Mettons sous les yeux la figure 47.

Lorsque le nerf auditif (droit) est coupé chez une grenouille saine, ou bien chez une grenouille dont les lobes cérébraux (hémisphères) ont été enlevés (section ZZ'), ou bien encore chez une grenouille dont les couches optiques sont enlevées (section *yy'*), le résultat est toujours le même : l'animal est incliné à droite, et tourne en manège à droite.

Sur le disque tournant il est sensible seulement pour le mouvement de rotation à gauche, il répond alors en tournant à droite, à l'arrêt il ne tourne pas à gauche ; pour la rotation du disque à droite il reste impassible et à l'arrêt il tourne à droite ; *il ne tourne donc qu'à droite.*

Il n'en est plus de même lorsqu'on fait la section XX', l'inclinaison du corps à droite persiste mais le manège se fait dans les deux sens, et ainsi que nous l'avons vu, *la grenouille est sensible pour la rotation dans les deux directions.* Chez une grenouille excérébrée, chaque oreille est donc sensible pour la rotation dans les deux sens. La rotation du corps dans un sens, amène comme conséquence

la tendance à la rotation dans le sens opposé, voilà pourquoi le manège dans un sens est suivi immédiatement d'un manège en sens inverse.

En reprenant la théorie des mouvements de l'endolymphe, nous dirons que chez une grenouille saine, la direction centripète du mouvement de l'endolymphe seule détermine la réaction de l'animal, tandis que chez une grenouille excérébrée, le mouvement de l'endolymphe dans la direction centrifuge, détermine la réaction aussi bien que celui qui a lieu dans la direction centripète.

Chez la grenouille qui possède tout ou partie de son cerveau, les sensations venant des nerfs auditifs peuvent suivre tous les trajets cérébraux et médullaires figurés sur la planche, mais les fibres cérébrales, sensibles pour la direction centripète du mouvement de l'endolymphe, prédominent dans leur action sur les fibres[1] qui se rendent dans la moelle et qui répondent aux deux directions centripète et centrifuge, et celles-ci ne peuvent se montrer actives qu'autant que leur action est en harmonie avec celle des fibres cérébrales; tandis que chez une grenouille excérébrée, les fibres cérébrales manquant, l'animal se trouve sous la dépendance exclusive des fibres qui descendent dans la moelle. Il me semble que l'explication que je propose cadre bien avec les faits, en voici encore une preuve. Nous avons vu que l'animal opéré (fig. 10), bien qu'ayant le nerf auditif droit coupé, répondait cependant à la rotation dans les deux sens, mais si nous considérons que par le fait de la section Xy les trajets cérébraux croisés du nerf auditif gauche ont été coupés, nous verrons, que d'après mon explication, ce nerf a été mis en demeure de répondre dans les deux sens, Rien de semblable pour l'opération (fig. 11), et l'animal ne répond qu'à la rotation à droite, il est facile, en se rapportant à la planche, de se rendre compte pourquoi.

D. Fonctions de la moelle épinière, et de la moelle allongée située derrière le cervelet.

La ligne de section XX' passe immédiatement derrière le bord postérieur du bourrelet que l'on considère comme représentant le cervelet.

1° La section passe au-dessus des nerfs auditifs *lesquels sont intacts*. (Fig. 48).

Les symptômes sont assez semblables à ceux de l'opération précédente, (fig. 44)

[1] En disant « fibres » j'entends par là les trajets, que les sensations venant des nerfs auditifs, suivent dans la moelle ou le cerveau, sans rien préjuger sur la nature anatomique de ces trajets.

la position du corps est normale, l'animal peut marcher, sauter et nager parfaitement, normalement, il ne recule pas, comme pour l'opération (fig. 44). Sur le

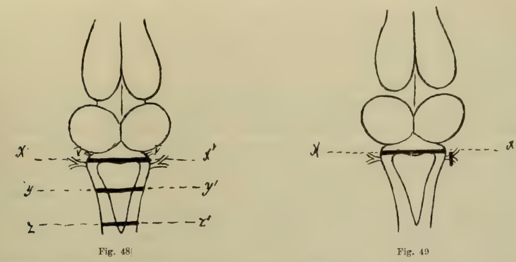


Fig. 48 Fig. 49

disque tournant les premiers jours il montre quelquefois peu de sensibilité, mais passé ce temps *il réagit très bien* [1].

2° *Section des nerfs auditifs.*

Un nerf auditif est coupé à droite, (fig. 49).

La position du corps est inclinée à droite, mais l'animal exécute un mouvement de manège à court rayon, tantôt à droite, puis de suite après à gauche. Lorsqu'il saute, il avance assez droit devant lui, malgré la position inclinée du corps, cependant quelquefois il décrit un grand cercle vers la gauche, donc du côté sain. Sur le disque tournant *il est sensible à la rotation dans les deux sens*, il y a des cas où il paraît plus sensible à la rotation vers le côté droit, il se met à tourner alors très rapidement à gauche, tandis que lorsque le disque tourne à gauche, il dévie la tête vers la droite, mais se décide difficilement à tourner tout entier à droite, et à l'arrêt il tourne vite à gauche.

Dans d'autres cas j'ai vu qu'il était plus sensible pour la direction de la rotation à gauche. En somme cette opération rappelle en tous points celle (fig. 45).

Section bilatérale des nerfs auditifs.

Ici aussi les phénomènes rappellent exactement ceux de l'opération (fig. 46), inutile donc de les décrire à nouveau.

[1] Sur ce point je suis en complète contradiction avec Schrader.

E. Fonctions de la partie de la moelle située derrière la ligne YY' fig. 48 (moelle épinière et partie postérieure de la moelle allongée).

La ligne *yy'* passe un peu en avant du milieu de la longueur comprise entre la limite postérieure du cervelet et le bec du calamus, ou bien par le milieu même de cette ligne, peu importe.

La fonction des nerfs auditifs est naturellement abolie, la section passant en arrière de leur point d'émergence. L'animal ressemble comme attitude à celui opéré (fig. 46) *Xy*, *il saute très normalement*, *et nage de même*, *d'une manière coordonnée*, seulement il faut toujours l'exciter pour qu'il exécute des mouvements, autrement il ne bouge pas pendant des heures. Il ne recule jamais, mais quand on l'excite, il avance toujours; quelquefois, en apparence spontanément, il se met à avancer, et comme il ne sent pas les obstacles placés sur son chemin, car il a les nerfs trijumeaux enlevés par la section, il butte de la tête et continue d'avancer quand même; mais c'est assez rare qu'il se mette en mouvement spontanément.

F. Fonctions de la partie de la moelle située derrière la ligne ZZ' fig. 48. (moelle épinière et partie tout a fait postérieure de la moelle allongée).

L'attitude de l'animal est assez normale [1] mais plus affaissée, « plumper » comme dit Steiner. A la moindre excitation, et spontanément, d'une manière presque continue, il avance d'un mouvement de propulsion très énergique, et qui n'est arrêté par aucun obstacle placé en avant, car l'animal ne le sent pas. Cette propulsion en avant presque continue, sauf des temps d'arrêt, est beaucoup plus marquée dans cette opération que dans la précédente, c'est très curieux à observer ce mouvement. Dans l'eau l'animal nage très rapidement et sans arrêt, à diverses profondeurs, mais plus souvent au fond qu'à la surface, où il ne peut guère se maintenir longtemps. Dans sa marche sur le plancher il rappelle assez les mouvements de natation, comme il est affalé sur le sol, *il* ne saute pas, mais avance en rampant, les bras collés au corps et se poussant énergiquement des jambes, c'est le même mouvement que dans l'eau.

[1] Contrairement à ce que Schrader dit: j'ai toujours observé que la tête est située dans l'axe du corps, ce n'est qu'occasionnellement qu'elle fait un angle avec la direction du corps, c'est une complication qui survient lorsque l'animal se cogne avec la tête en voulant avancer malgré l'obstacle.

Discussion des faits.

Parlons d'abord du *mouvement de recul.*

Nous avons déjà à plusieurs reprises, et dans différentes opérations (section bilatérale des nerfs optiques, section bilatérale des nerfs auditifs, section transversale du cerveau passant derrière les couches optiques), constaté une évidente répulsion à la marche en avant, qui devenait une tendance au recul si on continuait à exciter l'animal. Mais l'opération (fig. 44), nous montre cette tendance au recul extrêmement nettement, ici chaque tentative d'un mouvement en avant est suivie, du moins dans les premiers temps, d'un mouvement de recul immédiat, et la grenouille fait un pas en avant et deux en arrière, puis de nouveau un pas en avant et deux en arrière, ce qui fait qu'en définitive elle recule au lieu d'avancer, ou bien reste sur place.

Nous avons vu d'autre part, que lorsqu'on fait l'ablation d'un lobe optique (fig.8), on obtient un mouvement qui se fait latéralement, vers le côté sain, c'est un mouvement dirigé obliquement de côté et en arrière et que nous avons assimilé à la marche des crabes, il me semble que cette marche oblique n'est autre chose qu'un mouvement de recul, mais asymétrique, nous avons vu aussi que ce symptôme était accompagné d'un autre symptôme qui durait autant de temps que le premier: l'animal frottait le bout du museau du côté opéré avec la main. S'agit-il d'une excitabilité plus grande du trijumeau du côté opéré et, peut-on admettre que dans le cas d'ablation totale du cerveau (fig. 44), ou dans celui de l'ablation d'un lobe

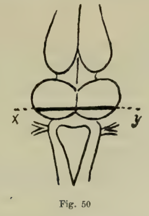


Fig. 50

optique (fig. 8), c'est le trijumeau hyperesthésié qus est cause de ce phénomène ?

Le fait que dans le cas d'une section transversale faite au-dessous du trijumeau en XX' (fig. 48), il n'y a plus de mouvement de recul me le fait croire.

Cependant on pourrait dire qu'en faisant cette section XX' (fig. 48), on a enlevé le centre des mouvements de recul. A cet effet je dois dire que Steiner place le centre de ce mouvement de recul dans le tiers postérieur des lobes optiques. Ici je suis de nouveau en opposition avec lui, car, après l'opération (fig. 50), le mouvement de recul est à peine marqué c'est plutôt une indécision à avancer, comme pour la section derrière les couches optiques, ce n'est pas un recul marqué qui empêche même toute progression comme dans l'opération (fig. 44).

Si après avoir fait la section XX' (fig. 51), et constaté le mouvement de recul, on sectionne les deux trijumeaux, on voit que l'animal recule beaucoup moins, pres-

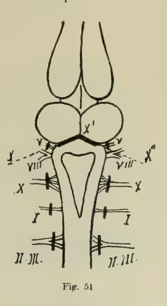


Fig. 51

que pas, mais il montre encore une certaine appréhension à avancer, mais bien moins marquée qu'avant. Si alors on continue à sectionner les racines sensibles de de l'hypoglosse et celles des nerfs brachiaux, le recul disparaît tout à fait, et l'animal avance résolument. C'est alors un *mouvement de propulsion* en avant qui se manifeste à la moindre excitation et aussi spontanément, paraît-il, du moins en l'absence de toute excitation appréciable.

L'animal se pousse en avant avec une grande énergie d'une manière constante, sauf des temps d'arrêt. Il butte contre les obstacles placés devant lui et continueà vouloir progresser quand même, c'est le même mouvement que nous avons décrit à la suite de l'opération (fig. 48), section ZZ'.

Je crois que je suis en droit de conclure que *ce sont les excitations venant des*

nerfs sensibles de la partie antérieure du corps, qui conduites vers la moelle allongée donnent lieu au mouvement de recul ; l'absence de ces sensations permet au mouvement de propulsion d'avoir lieu.

Ce mouvement de propulsion énergique a lieu sous l'influence des nerfs sensibles de la partie postérieure du corps, et il suffit dans l'opération (fig.48) de couper les racines sensibles de ces nerfs (racines des nerfs sciatiques par exemple), pour voir cesser le mouvement. Je ne crois donc pas qu'on puisse parler d'un centre du mouvement de recul, et d'un centre du mouvement de progression en avant, distincts, la moelle allongée est le centre de tous ces mouvements. *Ce sont les excitations venant des différentes régions du corps, qui déterminent la direction du mouvement.*

Chez un animal normal, les sensations venant de tout le corps, sont coordonnées, et il en résulte un mouvement d'ensemble qui permet à l'animal de se diriger à son gré, dans telle ou telle direction, sous l'influence d'une sensation générale dominante, la faim, la peur, le désir de se plonger dans une mare, ou d'en sortir ; il exécute tous ses mouvements sans être arrêté à chaque instant par les mille petites sensations partielles qui lui viennent de chaque point du corps. Mais lorsque le cerveau est enlevé, le groupement des sensations ne se fait plus aussi bien, surtout dans les premiers temps, et l'animal obéit à chaque impulsion venant de chaque nerf isolément, il est pour ainsi dire tiraillé dans tous les sens.

Nous avons vu quelle importance ont les nerfs optiques, auditifs, trijumaux et autres, il est curieux de voir comment l'animal obéit à chacune de ces sensations. Même en présence du cerveau le fait seul de sectionner les nerfs optiques ou auditifs, jette déjà de l'indécision dans les allures de l'animal, et les premiers temps surtout, ses mouvements n'ont plus l'assurance habituelle.

Ce ne sont pas seulement les sensations venant des nerfs des sens supérieurs que le cerveau enregistre, et qui décident des mouvements à exécuter et des directions à prendre, mais l'ensemble de toutes les sensations venant de tous les nerfs du corps ; car nous avons vu que dans l'opération Fig. 41 *bis*, le cerveau exerçait encore une influence très manifeste et déterminait la position inclinée du corps et la direction du mouvement (mouvement en cercle).

J'ai pensé qu'on pouvait se servir de ces faits pour mettre en évidence l'influence des lobes cérébraux en faisant au préalable une section bilatérale de la VIIIme paire, et je fis à ce propos l'opération représentée par la Fig. 51 *bis*.

La grenouille montre dans ces conditions une tendance très nette à se diriger



Fig. 51 *bis*

vers la droite, elle décrit un grand cercle, la position du corps est légèrement inclinée à droite.

IX

Combinaison des sections bilatérales et unilatérales du système nerveux central.

1° Si on combine les sections bilatérales XX'X″ ou YY'Y″ avec la section unilatérale ZZ' Fig. 52, on constate les mêmes symptômes que présenterait un animal

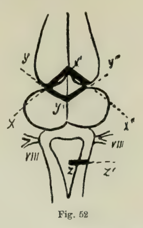


Fig. 52

normal, donc en possession de son cerveau complet, après la section ZZ' seule. Il

est donc indifférent au point de vue des symptômes, que le cerveau soit entier ou que les lobes optiques seuls persistent.

Nous avons déjà décrit plus haut (voir Fig. 3) les symptômes qui suivent la section ZZ' faite chez une grenouille saine, nous n'y reviendrons pas ici : l'animal est incliné du côté opéré, et décrit un cercle vers le côté sain.

2° Si on combine la section bilatérale XY avec la section unilatérale X'Y' Fig. 53 l'effet est entièrement différent que dans les opérations précédentes. L'animal est encore incliné du côté opéré, mais il tourne de temps en temps en manège à court rayon, tantôt à gauche, tantôt à droite, indistinctement, mais il le fait très rarement,

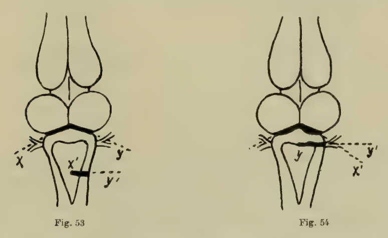


Fig. 53 Fig. 54

le reste du temps il va droit devant lui. Il y a tendance très marquée à reculer. Sur le disque tournant, l'animal est sensible *pour les deux directions*, mais plus sensible à la rotation vers la gauche, cette oreille est donc plus sensible que l'oreille droite.

3° Si on fait suivre la section bilatérale XX' de la section unilatérale YY' Fig. 54, section qui passe par le point d'émergence même du nerf auditif qu'elle détruit, les symptômes sont exactement ceux de l'opération précédente, mais l'inclinaison du corps est plus accusée et l'animal tourne de temps en temps en manège à court rayon, tantôt à droite, tantôt à gauche, ou bien va droit devant lui. Sur le disque tournant, il est sensible *aux deux directions* mais plus sensible à la rotation vers la gauche que vers la droite.

4° Si on combine les sections XX' et ZZ' Fig. 55 on voit que la position du corps reste absolument symétrique, il n'y a aucune tendance à l'inclinaison à droite plutôt qu'à gauche.

Il n'y a pas de mouvement de manège non plus, ni en cercle, l'animal se meut en ligne droite. En quoi cette opération diffère-t-elle de celles des Fig. 53, 54? Est-ce par l'influence des nerfs auditifs en moins?

5° Faisons d'abord les sections XX'X" et YY' Fig. 56 et après avoir constaté les symptômes que nous avons déjà décrits (Fig. 53) faisons la section bilatérale des

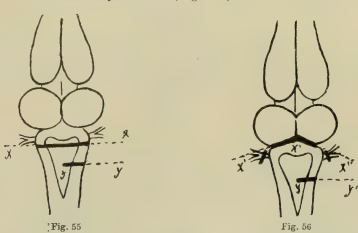


Fig. 55 Fig. 56

nerfs auditifs. L'inclinaison du corps disparaît complètement, l'animal marche et saute toujours droit devant lui, jamais plus de manège, tout redevient symétrique, donc la différence des opérations des Fig. 53, 54 et 55 était bien due à la présence dans les unes et l'absence dans l'autre des nerfs auditifs.

Discussion des faits.

Nous nous étions demandé en discutant les faits à la suite du chapitre VII pourquoi les sections X°, X et X' de la Fig. 3 et la section YY' Fig. 25 donnaient comme symptôme le mouvement en cercle dirigé du côté sain, tandis que le corps était incliné du côté opéré, et nous avions dit que la raison probable en était, que ces sections coupaient les voies cérébrales du nerf auditif du côté sain, dans leur trajet descendant, du cerveau dans la moelle ; l'opération Fig. 53 est une confirmation de cette explication. En effet ici il n'y a plus de mouvement en cercle vers la gauche, l'animal va droit devant lui, sauf le manège à court rayon tantôt à droite, tantôt à gauche, qui a lieu sous l'influence des voies médullaires des nerfs auditifs. Dans l'opération Fig. 52 la prédominance des voies cérébrales du nerf auditif droit détermine l'asymétrie, les voies cérébrales du nerf auditif gauche étant lésées par la section ZZ'.

X

Sections longitudinales du système nerveux central.

Il était intéressant dans notre hypothèse des voies médullaires et des voies cérébrales, des nerfs auditifs, de voir l'influence des sections longitudinales de la moelle.

Peut-on par une section longitudinale convenablement faite, intercepter les voies croisées cérébrales, tout en conservant les trajets médullaires directs?

1° Section faite suivant la ligne XX' elle part de la base des lobes optiques et

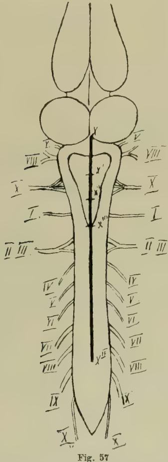


Fig. 57

s'arrête au tiers de la longueur du sinus rhomboïdal ou calamus scriptorius. Voir Fig. 57. L'animal a l'apparence absolument normale, il saute, marche, nage, comme un animal sain, et ne montre aucun symptôme apparent.

Pendant la rotation sur le disque tournant, il est sensible dans les deux sens, et il réagit parfaitement sur le plan incliné, en se balançant très bien. Si on sectionne le *nerf auditif* droit, par exemple, l'animal s'incline à droite et montre les symptômes qui suivent la section d'un nerf auditif chez un animal sain, il tourne en manège à droite.

Faisons suivre chez une autre grenouille la section XX′ Fig. 57 de la section derrière le lobe optique droit. Le corps s'incline aussitôt à gauche et l'animal tourne en manège à gauche, tout comme un animal sain auquel on aurait fait la section derrière le lobe optique, seule.

2° Section faite suivant la ligne XX″, elle s'arrête après avoir parcouru les deux tiers de la longueur du calamus scriptorius (cette longueur est comptée naturellement de la limite postérieure du cervelet au bec du calamus) Fig. 57. L'animal présente le même aspect normal que dans l'opération précédente (section XX′ Fig. 57), il tient le corps bien élevé sur ses pattes et n'a pas l'air affaissé du tout. Il saute et nage comme un animal sain ; il réagit très bien à la rotation dans les deux sens, et sur le plan incliné se balance bien. La section d'un nerf auditif est suivie des symptômes de deséquilibration connus.

3° Prolongeons la section longitudinale de la moelle jusqu'au bec du calamus en XX‴ Fig. 57.

La position du corps est normale, point affaissée. L'animal saute et nage normalement. Sur le disque tournant il est sensible à la rotation dans les deux directions ; il réagit aussi sur le plan incliné. La section d'un nerf auditif produit l'inclinaison du corps, l'ablation d'un lobe optique donne aussi l'inclinaison du corps, mais très faible ; l'effet de cette opération est beaucoup diminué.

4° Section XX^{IV}. La ligne de section en partant de la base des lobes optiques, descend en suivant la ligne médiane de la moelle jusqu'à la VIIIme paire spinale (fig. 57). Malgré la longueur de cette section je l'ai faite le plus souvent avec les petits ciseaux, en avançant par petites sections d'avant en arrière. On peut aussi employer le scalpel, très petit aussi ; mais à condition qu'il coupe comme un rasoir, car autrement il exerce une traction sur la moelle et le résultat est des plus déplorables. On peut faire l'opération dans l'éthérisation, ou sans éther, en immobilisant l'animal mécaniquement avec la main gauche.

L'aspect de la grenouille opérée ainsi est assez normal, seulement sa position est plus affaissée, « plumper » disent les Allemands.

L'animal peut bien marcher, mais jamais je ne l'ai vu sauter.

Par contre la natation est parfaite et il franchit le bassin très rapidement et d'un bond pour ainsi dire.

Sur le disque tournant l'animal est absolument impassible, il ne sent pas la rotation ; il est insensible aussi aux inclinaisons du plan incliné.

La section d'un nerf auditif ne donne lieu à aucun symptôme d'asymétrie soit dans la position du corps ou dans le mouvement.

Si à cette grenouille on fait une section derrière un lobe optique, on ne remarque aucune inclinaison du corps, à la suite de cette opération, ni mouvement de manège non plus. Mais bien qu'au repos l'animal avec cette double opération ne présente rien de particulier, on le distingue cependant immédiatement d'une grenouille qui a subi la section longitudinale de la moelle seulement : elle ne peut plus ni marcher ni nager, elle ne fait plus de mouvements coordonnés des quatre membres ; si on pince le bras droit, elle bouge la jambe droite, quand on pince le bras gauche elle répond avec la jambe gauche, les reflexes se transmettent du haut en bas et de bas en haut mais dans chaque moitié du corps isolément, il n'y a plus de transmission croisée, plus de reflexes généralisés. Chaque moitié latérale de la grenouille répond séparément et seulement aux excitations venant de cette moitié là du corps ; on dirait deux individus distincts accolés l'un à l'autre, dans la même peau.

Par quelle partie du cerveau se fait la transmission croisée des reflexes?

1° Faisons la section longitudinale X'y (fig. 58), (en la prolongeant, en haut entre les deux lobes optiques de X en X' jusqu'aux couches optiques).

L'animal a le même aspect que si la section longitudinale allait seulement de X en y.

Il peut marcher et nager très bien et tous les reflexes se font très bien, si on touche une patte postérieure ou antérieure, l'animal fait des mouvements reflexes avec tous les membres, et recule ou avance selon si on l'excite par devant, ou par derrière.

2° Prolongeons la section Xy en haut jusqu'en Z, elle passe entre les deux couches optiques et s'arrête à la base des hémisphères : ceux-ci ne sont pas séparés par la section.

Malgré que presque tout le cerveau est ainsi divisé longitudinalement, les

reflexes croisés peuvent encore se faire. Il suffit de chatouiller un côté de la tête, ou de pincer une patte antérieure par exemple, pour déterminer l'animal à faire des mouvements de progression, tous les membres prennent part au mouvement.

Pour se convaincre que ce sont véritablement les hémisphères, qui déterminent ainsi les reflexes généralisés, il suffit de faire une section séparant les hémisphères des couches optiques, on voit alors les reflexes unilatéraux seuls subsister ; chaque

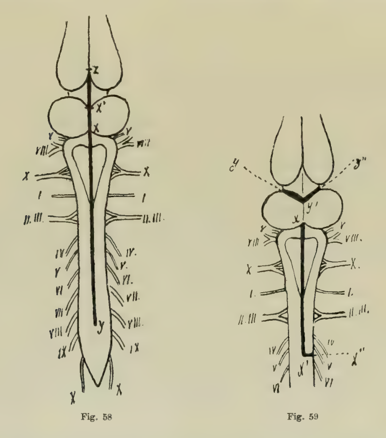


Fig. 58 Fig. 59

moitié du corps se meut séparément et les membres d'un côté ne répondent qu'aux excitations venant de la partie correspondante du corps.

3° *Les lobes optiques peuvent-ils à eux seuls transmettre les reflexes d'un côté du corps à l'autre ?*

La section dans toute la longueur de la moelle étant longue à faire, j'ai fait la section XX′X″ (fig. 59), de cette façon quand on touche le bras droit on voit bien les reflexes croisés se faire normalement, et tous les membres y prennent part, l'animal fait un mouvement brusque en avant.

La section yy'y" n'abolit pas les reflexes croisés, quand on touche le bras droit, l'animal fait le même mouvement d'avancer que précédemment, le reflexe est donc généralisé.

Discussion des faits.

Les expériences citées dans ce chapitre notamment les opérations (fig. 58 et 59), nous montrent que toutes les parties du cerveau, lobes optiques, couches optiques, et lobes cérébraux (hémisphères), peuvent conduire les reflexes croisés, c'est-à-dire peuvent, lorsque toute la moelle est divisée longitudinalement, transformer une impulsion sensible venant des nerfs d'un côté de la moelle, en une impulsion motrice, se propageant aux muscles innervés par des racines venant de l'autre côté de la moelle.

Voilà donc encore l'activité des hémisphères dûment enregistrée.

Mais revenons aux nerfs auditifs.

Les opérations fractionnées de la fig. 57 nous ont montré que la section longitudinale peut diviser la moelle allongée sur une longueur comprise entre les lobes optiques et le point X^{III}, donc dans toute sa longueur, et cependant l'animal reste sensible aux mouvements de rotation sur le disque tournant. Ce n'est que lorsque la section longitudinale dépasse en arrière le point X^{III} que la rotation cesse d'être perçue.

Nous avons vu qu'en combinant ces sections avec une section faite derrière un lobe optique, et séparant ce dernier de la moelle, on observait les symptômes inhérents à cette dernière opération, comme si cette opération existait seule, et n'était pas accompagnée de la section longitudinale de la moelle.

Or nous avons établi, plus haut, que c'est à la section des voies cérébrales des nerfs auditifs que les symptômes qui accompagnent l'ablation d'un lobe optique, (la section faite en arrière du lobe optique équivaut à son ablation) étaient principalement dus. Mais je dis « principalement » et nous avons vu, en effet, que même en l'absence des nerfs auditifs l'ablation d'un lobe optique donne encore ces symptômes, bien que très atténués, il s'agit alors d'une influence des hémisphères. Il faudrait donc pouvoir décider si dans le cas présent l'ablation d'un lobe optique agit en interceptant les voies cérébrales des nerfs auditifs, ou, indépendemment de ces nerfs. Pour résoudre cette question nous avons vu qu'il suffit d'enlever en même temps les parties du cerveau situées plus haut.

Faisons donc cette triple opération chez une grosse grenouille, ou chez un crapaud. Il vaut mieux, c'est plus instructif ainsi, faire d'abord et simultanément les

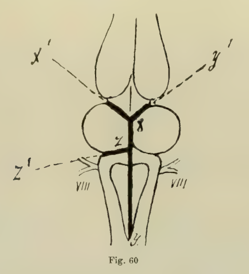


Fig. 60

section Xy et ZZ' (fig, 60), et ensuite après avoir enregistré les symptômes faire la section X'Xy' ; c'est-à-dire enlever les hémisphères et les couches optiques.

Les symptômes asymétriques manquent tout à fait dans cette opération, *tous les mouvements de l'animal sont symétriques.* Ni inclinaison de corps, ni mouvements de manège.

Quelle conclusion pouvons-nous tirer de ces expériences, quant au trajet probable que suivent les sensations venant des nerfs auditifs et se rendant vers le cerveau ?

On peut supposer deux choses : ou bien ils passent dans toute l'étendue de la moelle allongée, et descendent jusqu'au bec du calamus, pour remonter ensuite dans le cerveau ; ou bien tandis que la majeure partie de ses trajets passe par la moelle et la traverse pour aller dans la moitié opposée du cerveau, une autre partie monte directement depuis le nerf auditif dans la moitié correspondante du cerveau, passe ensuite dans l'autre moitié du cerveau, et de là descend dans la moelle : ce trajet est indiqué sur la planche par les lignes formées de petits points ronds et de petits cercles. Dans les deux cas, les trajets sont sectionnés par la ligne Xy, et la section *ZZ'* (fig. 60) n'ajoute plus rien. Il n'y a rien d'improbable à supposer ce nouveau trajet, il nous aiderait à comprendre pourquoi dans l'opération (fig. 42) par exemple, l'inclinaison du corps et le mouvement en cercle n'apparaissent pas

immédiatement mais s'établissent peu à peu: un des trajets venant à être supprimé c'est l'autre qui entre en fonction.

La partie supérieure de la moelle allongée qui porte le cervelet sert-elle aussi de passage aux trajets croisées allant au cerveau?

Pour répondre à cette question faisons l'opération suivante (fig. 61).

L'animal après l'opération (fig. 60) ne présentait pas de symptômes d'asymétrie



Fig. 61

tandis que dans le cas présent il se tient incliné à droite et présente le mouvement de manège à droite aussi.

Il est donc manifeste que l'oreille gauche est encore en communication avec la partie droite du cerveau.

Il montre aussi un peu de balancement sur le plan incliné.

Il est beaucoup plus sensible pour la rotation à gauche qu'à droite, l'oreille droite est donc moins sensible que l'oreille gauche.

XI

Fonctions diverses dépendantes du cerveau et de la moelle, autres que celles de l'équilibration. Comparaison avec les autres batraciens (les crapauds et les tritons).

A. Fonctions de la moelle isolée du cerveau, opération (fig. 44), (voir plus haut).

1° **Grenouilles.** (Esculenta et Temporaria).

Alimentation. Etant privés de la vue, par l'opération, les animaux ne peuvent se nourrir d'eux-mêmes, car les grenouilles hapent les mouches avec la langue et doivent les voir pour le faire. Il faut leur mettre de petits morceaux de viande, ou des mouches dans la bouche, alors elles les avalent bien et vivent longtemps. La digestion se fait très bien et se termine par l'expulsion des matières solides.

Absorption. Elle se fait très bien soit par le tube digestif, ou la cavité abdominale, les sacs lymphatiques et la peau, ainsi qu'on peut facilement s'assurer par l'injection des poisons dans les cavités lymphatiques, ou bien en versant du poison sur l'assiette sur laquelle repose l'animal.

Sécrétion cutanée. Elle est abolie, la peau est sèche, lisse, brillante, parcheminée, elle n'a pas du tout l'aspect de la peau normale rugueuse et humide de la grenouille saine. Cependant au bout de quelques mois, la sécrétion de la peau tend à se rétablir, et la peau n'est plus aussi sèche que dans les premiers temps qui suivent l'opération, mais elle ne redevient pas normale, même après un an.

Sécrétion rénale. Elle se fait bien et la vessie se remplit de liquide.

Fonctions de la vessie. Il y a rétention de l'urine, la vessie ne fonctionne pas du tout, et la peau continuant à absorber l'eau qui entoure les grenouilles, la vessie gonfle énormément, il faut vider par pression sur les flancs le contenu vésical, si non, l'animal meurt au bout de quelque temps; il prend un aspect énormément grossi, presque globuleux, et devient œdémateux; si on le dégonfle à temps il reste en vie, et l'œdème disparaît très vite. Je crois qu'après quelques mois, les fonctions de la vessie se rétablissent en partie du moins, car les animaux qu'on laisse vivre huit à dix mois, ne gonflent que très peu au bout de ce temps.

Cette rétention d'urine n'est pas due à une constriction spasmodique du sphincter, je crois, car le dégonflement se fait d'ordinaire assez facilement, ce n'est que lorsque les animaux présentent des accès tétaniques que la constriction du sphincter devient très énergique, il est presque impossible de la vaincre et de dégonfler l'animal; mais quand les accès tétaniques (fréquents en été chez les grenouilles) passent, le sphincter se relâche aussi, et le dégonflement s'opère facilement: Il s'agit véritablement d'un défaut d'activité de la vessie, je crois.

La *respiration* et la *circulation* se font très bien chez ces animaux.

Coloration de la peau; elle est normale et peut varier selon les jours, être claire ou foncée, absolument comme chez un animal sain.

Pupilles. Je mesure leur diamètre avec un compas à doubles branches croisées. Un écart de un millimètre des deux branches courtes, équivaut à un intervalle de cinq millimètres des deux branches longues, ce sont les branches courtes qui sont appliquées contre l'œil, et c'est l'écart des deux branches longues qu'on lit sur l'échelle graduée en millimètres, ce sont aussi les chiffres que je donne, sans faire les corrections nécessaires pour les réduire à leur valeur réelle, ces chiffres n'ayant qu'une valeur comparative seulement.

Les pupilles sont assez petites chez ces grenouilles, mais pas minimales, elles sont aussi très peu mobiles, leur diamètre est le plus souvent en hauteur 10-11, en largeur 17-18. Elles s'élargissent très peu par l'excitation, après une douche elles atteignent quelquefois en hauteur 13-14 en largeur 18-19. Jamais je ne les ai vues plus larges, sauf cependant dans les accès tétaniques, où elles arrivent à être en hauteur 15-16, en largeur 20-21, mais alors l'animal est à la mort, et ne revient plus, cet élargissement des pupilles persiste souvent une heure ou deux après la mort par le tétanos.

Quack reflexe. Jamais je n'ai entendu les animaux faire quack, même ceux qui avant l'opération le faisaient à tout propos, et dès qu'on les prenait dans la main, cessent de le faire ensuite.

2° **Crapauds**. (Hyla arborea et Bufo cinereus).

a) HYLA ARBOREA. La position du corps est absolument normale ; les premiers jours l'animal ne se décide pas à sauter, comme il le faisait avant, très rapidement, quand on le tenait sur le bout du doigt ; il se cramponne au doigt et ne le quitte pas, ou seulement en marchant, mais il ne montre aucune tendance particulière à reculer, ses mouvements sont normaux.

Quelques jours après l'opération, il recouvre sa motilité, et on le voit se mettre en marche spontanément et monter et descendre, à son gré, l'échelle qui est dans son terrarium, ou le long des parois de verre de ce terrarium ; il a absolument l'apparence d'un animal normal, encore quelques jours et il exécute des sauts prodigieux. Il nage aussi parfaitement bien, et très rapidement franchit le bord, peu élevé, il est vrai, du bassin.

Sur un plan incliné, il se balance très bien et montre les mouvements de réaction dans les divers sens, parfaitement bien. Il peut très bien monter à reculons le long de l'échelle quand on incline celle-ci en avant.

Sur le *disque tournant* il réagit tout à fait normalement.

La *peau* est humide et chagrinée et pas du tout sèche, la sécrétion cutanée se fait donc très bien. La coloration est normale et peut varier selon les jours, être verte, ou brunâtre, ou gris bleuâtre.

La sécrétion rénale se fait très bien, mais la vessie ne fonctionne pas, et l'animal gonfle énormément par rétention du liquide.

Les *pupilles* sont très petites mais je ne les ai pas mesurées.

Le *quack-reflexe* se fait très bien, et on entend souvent les animaux crier, soit spontanément ou quand on les touche.

b) Bufo cinereus. Les symptômes sont exactement les mêmes que pour le Hyla; Position du corps très normale, aucune tendance à reculer, souvent même ils montrent, surtout dans les premiers temps, une tendance à avancer résolument malgré les obstacles, c'est un mouvement de propulsion en avant presque continu, et cependant, bien que l'animal butte contre l'obstacle, il le sent parfaitement bien puisqu'il frotte le museau avec ses mains, et ferme les yeux quand on le touche à la figure. Il est très mobile et spontanément se met en mouvement très souvent.

Ce n'est que plus tard que les animaux acquièrent des mouvements plus pondérés, et avancent ou reculent librement, pour éviter les obstacles. La natation est parfaite. *Sur le plan incliné* ils se balancent et réagissent tout à fait normalement; de même sur le disque tournant.

La *peau* est humide, glanduleuse et chagrinée et de coloration normale.

La *sécrétion rénale* se fait bien, mais la vessie ne fonctionne pas, et l'animal arrive à gonfler énormément.

Les *pupilles* sont très petites. Le *quack-reflexe* se fait comme chez un animal sain, et on les entend crier très souvent.

Il faut les nourrir par le gavage, et la digestion se fait très bien, suivie de l'expulsion de matières solides. La *respiration* est bonne.

3° **Tritons.**

L'opération est beaucoup plus difficile à faire que sur les grenouilles, et les crapauds, il faut inciser la peau et la détacher du crâne avec infiniment de précaution car elle se déchire très facilement, et alors on n'a plus de lambeau pour recouvrir le cerveau, le crâne étant ouvert. Il ne faut pas, de suite après l'opération, remettre dans l'eau l'animal, cela empêche la plaie de se fermer, elle supure et les ani-

maux meurent bien vite. Il faut les mettre sur une assiette avec un *peu* d'eau et recouvrir le tout d'un entonnoir de verre renversé, alors ils survivent très bien; plus tard on peut les remettre dans l'aquarium sans crainte.

Les symptômes rappellent ceux que l'on observe chez les crapauds. Aspect très normal; aucune tendance à reculer, mais bien plutôt à avancer. La natation est parfaite et les animaux nagent ou plongent et reviennent à la surface à volonté, absolument comme des animaux sains.

Sur un plan incliné ils réagissent parfaitement; de même que sur le disque tournant.

La *peau* est chagrinée, humide et de coloration normale. La *respiration* se fait très bien. *Pas de rétention d'urine.*

Alimentation. Malgré qu'il ne voit pas, l'animal peut cependant se nourrir seul, très bien, car lorsque sa tête vient à toucher un ver de terre par exemple, il le saisit immédiatement et très adroitement, même si le ver touche la patte antérieure l'animal tourne la tête et le saisit. Il le prend par le milieu du corps, ou par un bout, et le tient très fortement dans sa bouche, le ver fait de violents efforts pour se dégager, mais tant que les contorsions du ver sont très énergiques le triton n'ouvre pas la bouche ; il attend que le ver se calme un peu, alors il rouvre la bouche pour en happer un plus grand bout, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ait englouti le ver tout entier ; il s'aide très souvent avec ses pattes dans cette opération.

Les tritons sont très voraces, après comme avant l'opération, et j'en ai vu qui avalaient deux et même trois petits vers de suite, mais alors ils étaient rassasiés et n'en voulaient plus prendre ; cependant quelquefois ils en mangeaient quatre à la fois et alors souvent en rendaient un, après quelques moments.

Ils sentent donc la faim et aussi la plénitude de l'estomac, et après un copieux repas refusent les vers qu'on leur offre jusqu'au lendemain. La digestion se fait bien et se termine par l'expulsion des matières solides.

Le triton opéré sait bien distinguer entre le contact avec le ver de terre, ou avec un petit morceau de bois par exemple, jamais il ne se trompe et n'essaie d'avaler une branchette, si même il la rencontre et la frole cent fois sur sa route. Mais il happera bien un petit morceau d'éponge imbibée d'eau, ce que du reste un triton sain fait aussi ; le plus souvent il le rejette ensuite.

J'ai eu des tritons femelles qui ont très bien pondu leurs œufs, tout opérées qu'elles étaient.

En général il est absolument impossible de distinguer un triton opéré, ainsi que nous venons de le dire, d'un triton sain.

Discussion des faits.

Jetons un coup d'œil d'ensemble sur les résultats que nous venons d'obtenir, dans nos expériences comparatives sur les grenouilles les crapauds et les tritons. Nous verrons immédiatement que les symptômes qui suivent l'ablation du cerveau sont très accusés chez les grenouilles, moins accusés chez les crapauds, et enfin insaisissables chez les tritons. Chez ceux-ci même, on peut dire qu'ils sont nuls, ou tout au moins, nous ne percevons aucun signe qui puisse nous permettre de distinguer un triton normal, d'un autre auquel nous avons enlevé le cerveau jusqu'à la moelle allongée. Le *triton* opéré peut vivre indéfiniment sans cerveau, puisque toutes les fonctions de la vie végétative s'accomplissent normalement et qu'il peut pourvoir à tous ses besoins: il sent la faim, il sait trouver sa nourriture et la prendre, il sent très bien la plénitude de son estomac et s'arrête de manger; la vue et l'odorat lui manquent, mais il ne paraît pas s'en soucier, et déambule dans l'aquarium, en paraissant se rendre compte de ses mouvements, il plonge ou revient à la surface à son gré, et sait se diriger.

Les *crapauds* (Hyla et Bufo) jouissent après l'ablation totale du cerveau, de la plénitude de leurs mouvements, peuvent descendre ou monter à leur gré, mais les fonctions de la vie végétative ne sont pas complètes, nous avons vu que la sécrétion rénale se fait bien, mais le liquide n'est plus expulsé du corps; les animaux gonflent et meurent si on les laisse sans soins; en outre ils ne peuvent se nourrir seuls car ils ont perdu la vue, et ne peuvent plus prendre de mouches.

Ce sont les *grenouilles* (Esculenta et Temporaria) qui sont les plus atteintes par l'ablation du cerveau ; comme les crapauds, elles ne peuvent plus se nourrir seules, et la vessie ne fonctionnant plus, elles meurent si on ne les soigne pas; mais en outre elles ne peuvent même plus exécuter tous les mouvements, puisqu'elles ne savent ni monter ni descendre un plan incliné, ni se tenir en équilibre sur un plan oscillant. Elles ne savent pas non plus se diriger dans l'eau, à leur gré, ainsi que nous l'avons vu, et se meuvent au hasard sans distinguer entre le haut et le bas, la profondeur et la surface, et ont chance de se noyer, en restant trop longtemps sous l'eau, faute de savoir en sortir.

Une autre différence entre les crapauds et les grenouilles : ces dernières ne font

plus jamais entendre le quack-quack comme les animaux sains, tandis que les crapauds, après l'ablation du cerveau, continuent à faire entendre leur quack-quack comme par le passé. En outre la peau des grenouilles ne fonctionne plus normalement, elle ne secrète plus, est sèche et lisse, comme parcheminée, celle des crapauds est normale.

Les grenouilles privées de la totalité du cerveau sont dans un état d'infériorité marqué vis-à-vis des crapauds, lesquels ne sont pas non plus à la hauteur des tritons.

Pour que grenouilles et crapauds puissent être dans la plénitude de leurs fonctions, et à peu près comparables aux tritons totalement excérébrés, il faut leur laisser les lobes optiques.

B. Fonctions de la moelle en connexion avec les lobes optiques (les hémisphéres cérébraux et les couches optiques sont enlevés). Voir fig. 37.

Grenouilles. Nous avons parlé des signes de douleur ou d'abattement que les animaux montrent lorsqu'en faisant la section, on touche les couches optiques, au lieu de passer plutôt sur les lobes optiques; pendant le temps que ces symptômes se manifestent, la peau est presque toujours de coloration noirâtre, très foncée, uniformément, sans tâches; mais ensuite elle redevient tout à fait normale, tigrée et de coloration variable suivant les jours. Son aspect est sain, elle est rugueuse, glanduleuse et humide, la sécrétion cutanée se fait bien, de même que l'absorption. Il n'y a pas de rétention d'urine, et l'animal ne gonfle jamais.

Les pupilles sont encore petites mais pas autant qu'après l'ablation totale du cerveau, elles sont aussi plus dilatables par l'excitation générale du corps: Au repos, hauteur 13-14, largeur 18-19. Après excitation, hauteur 15-16-17, largeur 20-21-22.

Le quack reflexe se fait parfaitement bien; Sur un plan incliné l'animal se balance et peut monter et descendre, même à reculons. Dans l'eau les animaux se dirigent parfaitement bien, et montent ou descendent à leur gré.

Crapauds. Toutes les fonctions végétatives se font parfaitement bien, y compris celles de la vessie, il n'y a pas de gonflement.

Tous les mouvements sont parfaits.

B' Fonctions de la moelle enconnexion avec un seul lobe optique, (tout le reste du cerveau étant enlevé).

La présence d'un seul lobe optique suffit pour maintenir chez les **grenouilles** et les **crapauds** l'intégrité des fonctions de la vessie, et celles de la peau.

Les grenouilles se balancent très bien et font entendre le quack-quack à la moindre excitation. Si nous avons laissé le lobe optique gauche nous aurons pour les pupilles, au repos.

Hauteur à gauche 13-14. Largeur à gauche 18-19.
Hauteur à droite 10-11. Largeur à droite 17-18.

après excitation :

Hauteur à gauche 15-17. Largeur à gauche 20-22.
Hauteur à droite 13-14. Largeur à droite 18-19.

Puisque nous nous occupons de pupilles, complétons les données en montrant que le centre de dilatation des pupilles se trouve non seulement dans la moelle et les lobes optiques, mais aussi, en partie, dans les couches optiques. C'est ainsi que lorsqu'on fait simplement l'ablation de la couche optique d'un côté, du côté droit par exemple, le reste du cerveau étant intact, nous aurons, au repos :

Hauteur à droite 13-14. Largeur à droite 18-19.
Hauteur à gauche 16-17. Largeur à gauche 20-22.

Après excitation forte (sauts répétés).

Hauteur à droite 15-17. Largeur à droite 20-22.
Hauteur à gauche 19-22. Largeur à gauche 25-27.

Ces mensurations ont été faites chez les grenouilles.

Sections longitudinales de la moelle.

Ces opérations ont été faites sur les **grenouilles** (Esculenta) et les **crapauds** (Bufo) (Voir fig. 57 XX[IV]). L'aspect de la *peau* est absolument normal elle est humide, chagrinée et de coloration variable suivant les jours.

Il n'y a pas de gonflement par rétention d'urine, ou seulement dans les premiers jours, et encore dans les cas où il y a complication par inflammation de la moelle allongée.

La *respiration* se fait dans toutes ses parties, mouvement des narines, de la glotte et des parois abdominales, mais ces mouvements, bien que se succédant dans un ordre normal, ne sont pas isochrones des deux côtés du corps; ils se font le plus souvent alternativement à droite et à gauche, c'est ainsi que la membrane de la glotte remonte et s'abaisse alternativement d'un côté, puis de l'autre. Occasionnellement on peut voir les mouvements des deux côtés coïncider, mais c'est fortuit.

De cette respiration irrégulière il résulte que souvent les poumons gonflent beaucoup et n'arrivent plus à se dégonfler, l'animal paraît globuleux.

Un fait remarquable est que tandis que les mouvements des narines et de la membrane de la glotte sont alternants et non isochrones, les mouvements des parois abdominales par contre sont toujours isochromes. La seule explication que l'on puisse donner de ce fait est que ces mouvements ne sont pas actifs, mais passifs, dûs à un dégonflement passif des poumons par suite de l'ouverture simultanée de la fente laryngée et des narines.

Déjà antérieurement nous avions fait, le Prof. Schiff et moi, quelques expériences à l'effet de savoir si les mouvements des parois abdominales sont actifs ou passifs, la question étant assez difficile à résoudre en somme.

La section des racines des nerfs splanchniques n'abolit pas le mouvement, ainsi que je l'avais déjà dit dans un travail antérieur, mais il paraît moins énergique, au lieu d'une contraction unique, rapide, nous avons un mouvement plus lent et un peu saccadé, par suite peut-être que la tonicité des parois abdominales est abolie.

Si on fait une section transversale de la moelle, en arrière des racines brachiales, les respiration vont leur train et ne paraissent nullement altérées.

Si on lie alors les poumons par une ligature appliquée tout près du larynx, (exciser les poumons ne nous a servi à rien), les mouvements des parois de l'abdomen cessent de se faire régulièrement, comme ils avaient lieu avant cette ligature, cependant nous avons crû remarquer, M. Schiff et moi, que tout mouvement n'était pas aboli, et de temps en temps, on voyait une série de petites contractions dans les parois de l'abdomen.

Mon impression est que les respirations de l'abdomen sont dûes à la fois, à des mouvements actifs et passifs, peut-être plutôt passifs qu'actifs.

XII

Observations sur la disparition totale des symptômes de déséquilibration, consécutifs aux opérations sur le système nerveux central, quelque temps après l'opération.

Nous avons dit plus haut que les symptômes de déséquilibration *consécutifs à la section d'un nerf auditif*, ne disparaissent jamais, bien qu'ils s'atténuent en partie avec le temps ; tandis que *ceux qui proviennent de sections unilatérales du système nerveux central* s'évanouissent complètement et sans laisser de traces lorsqu'on laisse l'animal vivre assez longtemps après l'opération. Comment cette disparition des phénomènes se fait-elle ?

Voici quelques observations qui me paraissent intéressantes.

OBSERVATION 1. Je fais à une grenouille (Esculenta), le 15 septembre 1892, une section passant derrière le lobe optique droit et séparant aussi ce lobe du lobe gauche (Section XX[1] fig. 8, voir plus haut).

L'animal montre les symptômes déjà connus, qui durent assez longtemps, presque tout l'hiver, puis diminuent d'intensité et disparaissent complètement au printemps, de telle sorte qu'au mois de mai 1893, l'animal paraît *absolument* normal: sa position est symétrique, ses mouvements aussi; il peut aller à droite ou à gauche à volonté, il ne montre aucune, ou presque aucune, prédominance de la sensibilité d'une oreille vis-à-vis de l'autre, et sur le disque tournant comme sur le plan incliné, il réagit dans les deux directions latérales avec la même rapidité. Les pupilles aussi sont devenues absolument égales : Hauteur 16-17-18. Largeur 20-22.

Le 20 mai 1893, je sectionne le lobe optique droit dans son tiers antérieur, transversalement. A la suite de cette section la grenouille commence à pencher à gauche, l'inclinaison du corps ne s'établit pas d'emblée, très énergique, mais peu à peu, et après une heure ou deux, arrive à un degré très considérable: elle est aussi forte qu'après la première opération.

L'animal tourne en cercle à gauche et marche latéralement, et obliquement à la façon des crabes. Il ne tourne jamais à droite même lorsqu'il est poursuivi ou acculé à la muraille à gauche. Il montre sur le disque tournant et sur le plan incliné,

les symptômes que nous avons déjà décrits, car l'oreille gauche est devenue moins sensible que la droite. Les pupilles sont inégales à droite, hauteur 12. largeur 17,5, à gauche hauteur 16. largeur 20.

Observation 2.

Le 5 mars 1893, je fais à une Esculenta la section derrière le lobe optique gauche, la section passe entre les deux lobes optiques aussi. La grenouille montre pendant longtemps les symptômes classiques, mais ceux-ci s'amendent petit à petit et en juin elle paraît tout à fait normale ; sauf pour les pupilles, qui sont presque égales, mais cependant montrent une légère différence de dimensions, à droite hauteur 18. largeur 24 ; à gauche, hauteur 16. largeur 20.

Le 2 juillet 1893, j'ouvre le crâne, et je constate que tout paraît soudé à première vue, mais le lobe optique gauche est plus rougeâtre de coloration que le droit, moins lisse aussi. Je fais une section derrière le lobe optique droit, au premier moment l'animal ne montre pas d'inclinaison du corps (l'opération est faite sans éther), une demi-heure déjà après l'opération, l'inclinaison s'établit très forte à gauche ; la grenouille tourne en cercle à gauche, donc du côté même vers lequel elle s'incline, elle montre sur le disque tournant, et sur la plan incliné, les différences de réactions connues.

La pupille droite devient beaucoup plus petite que la gauche, sa hauteur n'est plus que 11-12 et sa largeur 17-18 tandis que la pupille gauche est, hauteur 16. largeur 21.

Le 6 juillet je fais une section derrière le lobe optique gauche, et tout s'égalise, et les mouvements et la position redeviennent symétriques.

Observation 3.

Une grenouille à laquelle on a fait, le 6 mars 1893, une section passant derrière la couche optique gauche, entre les deux lobes optiques, et derrière le lobe optique droit (voir fig. 42), montre tous les symptômes décrits, qui durent jusqu'au mois de juin en s'affaiblissant toujours. A la fin juin elle paraît normale sous tous les rapports, sauf que les pupilles sont encore un peu inégales ; à droite, hauteur 13-14. largeur 18-19 ; à gauche, hauteur 15-16. largeur 20-21.

Le 2 juillet, je fais une section à travers le lobe optique droit et passant par son tiers supérieur transversalement ; l'inclinaison du corps à gauche s'établit lentement mais sûrement et atteint un degré considérable ; l'animal tourne en cercle à

gauche, et montre une différence notable dans la sensibilité des deux oreilles pour la rotation sur le disque tournant : l'oreille gauche est moins sensible que la droite. La pupille droite devient plus petite elle est : hauteur 11. largeur 17, tandis que la gauche reste : hauteur 15-16. largeur 20-21.

Observation 4.

Le 11 septembre 1892, je fais à une Esculenta une section passant derrière les deux lobes optiques, et séparant par conséquent le cerveau de la moelle. Les symptômes ont été déjà décrits plus haut, je n'en reparlerai donc pas, je dirai seulement que les pupilles, d'abord très étroites, finissent ensuite par s'élargir et leur diamètre qui était au commencement : hauteur 10-12. largeur 17-19 devient après quelques temps : hauteur 15-16. largeur 20-21.

Le 15 mai 1893, je sectionne le lobe optique droit par le milieu et transversalement.

L'inclinaison du corps assez faible mais nette, s'établit à gauche, assez lentement, mais cependant arrive à un degré très notable.

L'animal tourne à gauche en cercle, l'oreille gauche est moins sensible que la droite. La pupille droite devient plus petite que la gauche, son diamètre est : hauteur 11-12. largeur 17-19, tandis que la gauche reste : hauteur 15-16. largeur 20-22.

Observations 5 et 6.

Chez deux Esculenta le lobe optique droit est complètement séparé de ses connexions avec le reste du cerveau et *enlevé en totalité* le 15 juillet 1893. Les symptômes que l'on connaît durent assez longtemps, environ cinq mois, en diminuant toujours d'intensité : Observées en décembre, les deux grenouilles paraissent absolument normales, si normales même, que je les ai confondues une fois avec des animaux sains, et ne les ai reconnues que grâce à un signe distinctif : la section d'un doigt de la patte postérieure droite. Tous les symptômes ont disparus : les animaux peuvent aller à droite ou à gauche à volonté, et ne montrent aucune différence dans la réaction dans les deux sens ; soit sur le plan incliné, soit sur le disque tournant. Aucune inclinaison du corps. Les pupilles ne sont cependant pas égales ; à droite. hauteur 11-12. largeur 18-19 ; à gauche. hauteur 16-17. largeur 21-23.

Elles meurent accidentellement, un peu de strychnine étant tombée sur l'assiette sur laquelle elles se trouvent.

Je fais l'autopsie et voici ce que je constate, (fig. 62 et 63). Le lobe optique droit manque totalement, mais sa place est en partie occupée par l'extrémité de la moelle allongée qui s'est dévié vers la droite, et en avant.

Discussion.

Les observations 1, 2, 3, 4, peuvent faire croire à un rétablissement des fonctions par régénérescence et il me paraît très probable[1] qu'en effet il y a eu régénérescence, ou plutôt soudure des parties sectionnées du cerveau avec rétablissement de la conduction nerveuse ; je n'ai malheureurement pas pu faire l'examen histologique des pièces,

Fig. 62

Fig. 63

Mais les observations 5 et 6 nous montrent aussi *qu'en dehors de toute régénérescence la symétrie parfaite des mouvements et de la position peut se rétablir.*

Quel est le mécanisme de ce rétablissement des fonctions, il est difficile de le dire, je pense que c'est le nerf auditif du côté de la lésion, qui acquiert après quelque temps une prédominence plus grande (et ceci est un fait), et ainsi les sensations venant des deux labyrinthes s'égalisent; de là, symétrie de position et des mouvements.

Tandis que dans les observations 5 et 6 les pupilles restent inégales, dans les observations 1, 2, 3 et 4, les pupilles tendent à s'égaliser, après quelque temps la pupille du côté opéré s'élargit, et peut même atteindre le diamètre de l'autre. Ceci me semble parler en faveur d'une soudure des parties du cerveau, ce qui

[1] Bien que dans un travail récent M. Marinesco démontre qu'il n'y a jamais de soudure des fibres sectionnées dans les centres du moins chez les mammifères.

expliquerait dans ce cas le rétablissement de l'équilibre dans la position et les mouvements, rétablissement des fonctions qui cependant peut se faire, aussi *en l'absence de toute soudure, ou régénération*, ainsi que nous le montrent les observations 5 et 6.

Résumé des faits établis dans ce travail.

A. Fonctions d'équilibration.

a. Nerfs auditifs.

1. Les modifications dans la position et le mouvement qui accompagnent les lésions (unilatérales surtout) des nerfs auditifs, ne sont pas d'origine motrice, mais sensorielle, psychique on peut dire.

2. Les deux symptômes principaux qui accompagnent les lésions unilatérales des nerfs auditifs : position inclinée du corps et mouvement de manège, ne sont pas solidaires l'un de l'autre, en d'autres termes le mouvement de manège et le sens dans lequel il s'effectue, ne sont pas déterminés par la position inclinée du corps.

Toute lésion unilatérale de la VIIIme paire (du tronc nerveux ou du labyrinthe) est invariablement suivie de l'inclinaison du corps du côté de la lésion ; la simple ouverture de la cavité de l'oreille interne est *toujours* suivie de cette inclinaison.

Pour le mouvement c'est différent : s'il y a effet irritatif du nerf, ou du labyrinthe, le manège a lieu du côté sain ; si c'est un effet paralytique il y a manège du côté de la lésion ; il peut arriver enfin que ni le nerf, ni le labyrinthe ne soient atteints bien que la cavité de l'oreille interne soit ouverte, et alors malgré la position inclinée du corps, l'animal va droit devant lui et ne montre aucune tendance à tourner en cercle.

3. Les symptômes de déséquilibration qui accompagnent la section des nerfs auditifs ou la destruction totale des labyrinthes (bilatérale ou unilatérale), sont permanents et définitifs, mais ils s'amendent un peu (très peu), avec le temps.

Ces mêmes symptômes se retrouvent dans les différentes lésions des centres. Il découle de mes recherches que les phénomènes de déséquilibration obtenus à la suite des sections unilatérales de la moelle et du cerveau sont imputables, presque en totalité, à l'influence des nerfs auditifs. Il ne s'agit pas ici non plus de lésions de la motilité, mais bien de la sensibilté.

Les symptômes de déséquilibration consécutifs des lésions des centres[1], ne durent pas indéfiniment, mais disparaissent au bout d'un certain temps; la position et le mouvement redeviennent symétriques. Ce résultat n'est pas imputable à la régénération ou à la soudure des parties cérébrales lésées. J'ai montré que les lésions unilatérales du cerveau et de la moelle ont pour conséquence une diminution dans la sensibilité de celui des nerfs auditifs qui est en rapport avec la partie lésée, de là les effets de déséquilibration. Au bout de quelque temps la sensibilité de ce nerf redevient normale grâce à la suppléance des autres parties du système nerveux central, et les mouvements et la position redeviennent symétriques.

4. La VIIIme paire (du moins le rameau antérieur qui sert à l'équilibration ; le rameau postérieur ne sert qu'à l'audition : le centre est dans les lobes optiques), est en rapport avec la moelle allongée, les lobes optiques et les couches optiques. On peut donc admettre que c'est dans ces parties du système nerveux central que se trouve le centre de l'équilibration qui est sous la dépendance des nerfs auditifs.

5. Les trajets cérébraux qui mettent les nerfs auditifs en rapport avec les lobes optiques et les couches optiques, se croisent dans la moelle avec ceux de l'autre côté : c'est ainsi que le nerf auditif droit, par exemple, est en rapport avec le lobe optique et la couche optique gauches. Lorsqu'on fait tourner l'animal sur le disque horizontal (tournant autour d'un pivot vertical), les trajets cérébraux de chaque nerf auditif ne répondent que lorsque la rotation a lieu vers cette oreille[2] tandis que les trajets médullaires, répondent à la rotation dans les deux sens. Les voies cérébrales l'emportent en importance sur les voies médullaires, ceci nous explique pourquoi chez l'animal sain chaque nerf auditif n'est sensible, ou plutôt ne paraît sensible, qu'à la rotation vers l'oreille correspondante. Il faut sectionner les voies cérébrales pour mettre en évidence l'influence de chaque nerf auditif pour la rotation dans les deux sens.

6. Les trois formes de mouvements que l'on observe tant à la suite des lésions

[1] Je rappellerai que toute lésion transversale faite dans une moitié de la moelle *au-dessous* de l'origine des nerfs auditifs donne l'inclinaison du corps du côté de la lésion et le manège du côté sain.
Lorsque la lésion se trouve *au niveau* des nerfs auditifs, l'animal s'incline du côté de la lésion, mais il peut aller droit devant lui.
Quand la section est faite *au-dessus* du niveau des nerfs auditifs, l'inclinaison du corps a lieu du côté sain et le manège du côté sain aussi. Les sections diagonales d'un lobe optique donnent toujours le même résultat, que la section soit dirigée de gauche à droite ou de droite à gauche.

[2] J'entends par là le trajet que suit le reflexe qui va du nerf auditif vers le cerveau ou la moelle, sans rien préjuger de la nature anatomique des éléments qui composent ce trajet.

des nerfs auditifs qu'à la suite des lésions des centres : le roulement autour de l'axe longitudinal, le manège à court rayon et le mouvement en cercle à grand rayon, ne sont pas les trois étapes successives d'une même forme de mouvement à trois degrés différents d'intensité, mais bien des formes distinctes de mouvement, indépendantes l'une de l'autre.

A, Le *roulement* qui peut exister seul, sans qu'il y ait ni mouvement de manège ni même mouvement en cercle, n'est pas nécessairement lié à une lésion de la moelle, il peut se montrer lors même que celle-ci est parfaitement intacte, et accompagner des lésions des nerfs auditifs ou du cerveau. Il se montre toutes les fois qu'il y a défaut d'équilibre dans la position, atteignant un certain degré.

B. Le *mouvement de manège à court rayon*, n'est autre chose qu'un vertige, il résulte toujours d'une excitation inégale des nerfs auditifs résultant d'une lésion directe, de ces nerfs, ou des centres qui sont en rapport avec ces nerfs. En l'absence des nerfs auditifs il n'y a point de mouvement de manège, quelle que soit la section que l'on fasse dans la moelle ou le cerveau.

C. Le *mouvement en cercle* est souvent le résultat aussi d'une prédominance de sensation venant d'une oreille, mais il peut avoir lieu en l'absence des nerfs auditifs, par une action des centres.

7. Chez les crapauds et les tritons, dans la moelle se trouve le centre de tous les mouvements de l'animal : la marche, le saut, la natation, le « balancement » (mouvement de réaction qu'exécute l'animal lorsqu'on incline dans un sens ou dans l'autre le plan sur lequel il repose) et la rotation sur le disque horizontal tournant. Chez les grenouilles aussi, la moelle est le centre de tous les mouvements marche, saut, natation, rotation sur le disque horizontal ; mais le « balancement » ne peut se faire, il faut, pour qu'il puisse avoir lieu, la présence des lobes optiques: ce mouvement a lieu sous l'influence des nerfs auditifs exclusivement.

b. Autres nerfs sensibles.

8. La section des deux nerfs optiques amène aussi un trouble dans l'équilibre et la motilité de l'animal ; la grenouille se tient plus droite, la tête dressée, et se met difficilement en mouvement. On peut, en combinant la section bilatérale des nerfs optiques avec la lésion unilatérale des nerfs auditifs ou des centres, arriver à

[1] Voir la théorie du prof. Schiff sur les mouvements de l'endolymphe.

annuler, presque entièrement, les effets de déséquilibration produits par ces dernières sections : la position inclinée du corps se redresse.

9. Les sensations venant des nerfs sensibles de la partie antérieure du corps (Trijumeaux, Vagues, Brachiaux) déterminent plutôt le mouvement de recul ; les sensations venant des nerfs sensibles de la partie postérieure du corps (Splanchniques, Sciatiques), donnent plutôt le mouvement de propulsion en avant. Le centre de tous ces mouvements est dans la moelle ; il n'y a pas de centre distinct de recul ou de propulsion.

10. Les hémisphères cérébraux sont aussi des centres de l'équilibration, mais tandis que les lobes optiques et les couches optiques sont en communication intime avec les nerfs auditifs, les hémisphères cérébraux puisent à une autre source l'influence qu'ils exercent sur l'équilibration. Il s'agit peut-être d'un réflexe de la sensibilité générale.

11. Lorsque la moelle est sectionnée longitudinalement dans son entier à partir du cerveau, tous les mouvements d'ensemble de l'animal peuvent encore s'effectuer, la conduction des réflexes croisés (d'une moitié latérale du corps à l'autre) se faisant par les lobes optiques, les couches optiques et les hémisphères cérébraux.

B. Fonctions de la vie végétative.

1. Le centre de la dilatation active des pupilles se trouve dans la moelle, dans les lobes optiques surtout, et dans les couches optiques.

2. Le centre de la sécrétion rénale et le centre des changements de coloration de la peau, donc des mouvements des chromatophores, se trouve dans la moelle.

3. Le centre de l'absorption dans l'estomac, et l'intestin, dans les sacs lymphatiques, et de l'absorption cutanée, se trouve dans la moelle allongée et dans la partie supérieure de la moelle épinière.

4. Le centre des mouvements de la vessie se trouve dans la moelle chez le triton, dans les lobes optiques chez les crapauds et les grenouilles.

5. Le centre de la sécrétion cutanée se trouve dans la moelle chez les crapauds et les tritons, dans les lobes optiques chez les grenouilles.

6. Le centre du cri « quack reflexe » se trouve dans la moelle chez les crapauds, dans les lobes optiques chez les grenouilles.

Je formulerai encore quelques propositions de moindre importance générale,

mais que je tiens à bien préciser dans l'intérêt des faits que j'ai laborieusement établis dans ce travail, et en raison même de l'importance qu'ont les assertions contraires, soutenues qu'elles sont par Steiner.

a) L'ablation d'un lobe optique, qu'elle soit complète ou incomplète, a *toujours* pour effet l'inclinaison du corps du côté sain et le mouvement de manège, et en cercle du côté sain, aussi, *jamais* du côté de l'opération.

b) Une section diagonale d'un lobe optique, qu'elle soit faite de droite à gauche ou de gauche à droite, donne *toujours*, si les nerfs auditifs sont intacts, l'inclinaison du corps du côté *opposé* à l'opération et le mouvement de manège ou en cercle du côté sain aussi.

c) L'ablation d'une couche optique (thalamus opticus) donne toujours l'inclinaison du corps et le mouvement de manège et en cercle du côté *sain*. Le manège dure peu, c'est un vertige qui passe, mais l'inclinaison du corps persiste très longtemps, bien qu'affaiblie, et le mouvement en cercle à grand rayon est aussi un symptôme relativement durable. *Jamais* je n'ai vu ces phénomènes disparaître en 24 heures, mais au contraire persister pendant des semaines et même pendant des mois.

d) Ce n'est pas dans le tiers postérieur des lobes optiques que se trouve le centre des mouvements de recul, mais dans la moelle ; seulement je ne pense pas qu'il y ait un centre spécial pour le mouvement de recul ; la moelle est le centre de tous les mouvements.

e) Dans la moelle aussi se trouve le centre des mouvements de *natation coordonnée*, et non pas dans les lobes optiques.

f) L'entrecroissement des nerfs optiques n'est pas complet, il est même très incomplet.

Conclusions générales.

L'équilibre de la position et des mouvements est la résultante d'un grand nombre de sensations venant des différents nerfs sensibles du corps ; mais parmi ces sensations il s'établit une hiérarchie, et la suppression de telle sensation produit une rupture d'équilibre aussi funeste, souvent plus funeste à l'animal que la suppression de telle partie du cerveau. La section d'un nerf auditif, par exemple, produit

une déséquilibration de la position et du mouvement qui persiste indéfiniment, tandis que la rupture d'équilibre qui résulte d'une lésion unilatérale des centres, est un phénomène dont la durée est plus ou moins longue, mais qui, en définitive, disparaît complètement au bout d'un certain temps, et cela sans qu'il y ait régénération des parties lésées; la lésion centrale avait entraîné une diminution de fonction du nerf auditif du côté opposé, au bout de quelque temps celui-ci reprend ses fonctions grâce à la suppléance des autres parties du système nerveux central, et l'équilibre de la position et des mouvements se rétablit. Ce sont les nerfs auditifs surtout, et les nerfs optiques, qui tiennent le premier rang, les autres viennent à la suite.

Le cerveau coordonne toutes ces sensations, c'est ce qui donne à l'animal son allure libre et indépendante. En l'absence du cerveau toutes les sensations différentes sont analysées, elles agissent isolément, en donnant des mouvements de réaction immédiats, et nous font assister à ces singuliers mouvements de recul ou de propulsion continus.

La comparaison des batraciens urodèles avec les anoures, et parmi ces derniers, des crapauds avec les grenouilles, nous a montré qu'il existe une sorte de progression dans la localisation des diverses fonctions, tant de la vie végétative que de la vie de relation, les centres des diverses fonctions semblent monter de la moelle dans le cerveau. Les grenouilles privées de la totalité du cerveau sont dans un état d'infériorité marqué vis-à-vis des crapauds, ayant subi la même opération, lesquels ne sont pas non plus à la hauteur des tritons excérébrés. Pour que grenouilles et crapauds puissent être dans la plénitude de leurs fonctions, et comparables aux tritons totalement excérébrés, il faut leur laisser les lobes optiques. Cependant, chez les grenouilles et les cradauds, la moelle séparée du cerveau, peut au bout d'un certain temps, remplir des fonctions qu'elle semblait avoir totalement perdues.

Enfin je dirai en terminant que j'ignore absolument où siègent chez les batraciens la conscience et la volonté. Rien, si ce n'est une comparaison nullement justifiée d'ailleurs, avec les animaux supérieurs, rien ne nous autorise à les placer dans les hémisphères à l'exclusion du reste du cerveau et de la moelle. Il faut avoir observé pendant de longs mois, comme je l'ai fait, des grenouilles, des crapauds et des tritons auxquels manquaient les hémisphères, et même le cerveau tout entier, pour devenir très peu affirmatif sur ce sujet. En outre nous avons vu qu'on ne peut

plus, par exclusion d'autres fonctions, loger les « idées » dans les hémisphères, celles-ci y logent bien peut-être, mais elles y coudoient d'autres fonctions : équilibration, transmission croisée des reflexes, d'un côté du corps à l'autre.

Addition.

Il y a un symptôme que je n'ai fait que mentionner en passant, mais qui est caractéristique de la position de défense, qu'elle ait pour cause une lésion du nerf auditif lui-même ou une lésion des centres, c'est le fait que l'inclinaison du corps étant par exemple à droite, la patte postérieure gauche est tenue en extension, et cette jambe exécute un plus grand nombre de mouvements, dans un temps donné, que la droite; dans l'eau surtout, ce phénomène est très frappant.

M. Ewald semble attacher une très grande importance à cette mobilité plus grande de la jambe en extension, et M. Girard l'a étudiée en détail; mais quant à moi, ce symptôme me paraît de peu d'intérêt, il me semble qu'il est une conséquence nécessaire de la position asymétrique du corps.

J'ai reproduit exactement ce phénomène, sans aucune lésion de l'acoustique, simplement en sectionnant les muscles de la tête d'un côté, ainsi que M. Girard l'a fait du reste, la position inclinée du corps entraîne cet écart de la jambe du côté opposé et sa plus grande motilité. Mais on peut le reproduire d'une manière encore plus frappante, et sans aucune lésion quelconque, en suspendant de petits poids à la peau de la grenouille, latéralement, de manière à lui faire tenir un côté du corps plus bas que l'autre. J'attache des petits paquets de grains de plomb enveloppés dans un petit morceau de tulle et pesant 2, 4, 6 grammes selon les cas, un au-dessus de l'œil droit, l'autre au cou à droite, et le troisième plus lourd, à la peau du ventre, entre les deux jambes. L'animal mis dans l'eau peut très bien nager, mais il a une position inclinée à droite ; la jambe gauche étendue fait continuellement des mouvements de flexion et d'extension, elle bouge beaucoup plus que la droite.

La position inclinée du corps exige pour le maintien de l'équilibre que la jambe soit étendue, mais cette position en extension fatigue l'animal, et la jambe essaye de se mettre en flexion, ces deux tendances opposées, amènent ce continuel mou-

vement. Du reste ce n'est pas seulement la jambe gauche qui bouge plus que la droite, le bras gauche aussi remue plus souvent que le bras droit, pour la même raison. Quand l'animal est au repos le corps est affaissé, et l'inclinaison diminue (qu'elle soit due à la lésion du nerf auditif ou aux paquets de poids cousus à la peau), l'extension de la jambe diminue aussi et les mouvements de va-et-vient cessent.

TABLEAU COMPARATIF

des

fonctions du système nerveux central dans la classe des Batraciens

		URODÈLES	ANOURES	
		TRITONS.	CRAPAUDS.	GRENOUILLES.
Moelle et cervelet.	1	Locomotion parfaite......	............Id...........	...........Id.
	2	Natation coordonnée	............Id...........	...........Id.
	3	Réaction sur le disque horizontal tournant......	............Id...........	...........Id.
	4	Balancement; l'animal peut monter et descendre *à volonté*..............	............Id...........	Pas de balancement, ne peut ni monter ni descendre *à volonté*.
	5	»...........	Quackréflexe..............	Pas de quackréflexe.
	6	Peut se nourrir seul, bien que la vision manque...	Ne peut pas se nourrir seul, car la vision manque.........	Ne peut se nourrir seul, car la vision manque.
	7	Digestion..............	............Id...........	...........Id.
	8	Absorption.............	............Id...........	...........Id.
	9	Excrétion des matières solides......	............Id...........	...........Id.
	10	Sécrétion et excrétion de l'urine..............	Sécrétion mais rétention de l'urine....................	Sécrétion mais rétention de l'urine.
	11	Circulation.............	............Id...........	...........Id.
	12	Battements réguliers des cœurs lymphatiques....	............Id...........	...........Id.
	13	Respiration	............Id...........	...........Id.
	14	Mouvements des chromatophores..............	............Id...........	...........Id.
	15	Sécrétion cutanée normale; la peau est humide et glanduleuse..........	............Id...........	Pas de sécrétion cutanée, la peau est lisse et sèche, comme parcheminée.
	16	Centre pour la dilatation active des pupilles.....	............Id...........	...........Id.
	17	Centre de l'équilibration dépendant des nerfs auditifs	............Id...........	.... Id.
	18	»...........	.............?...........	Audition *très* faible.
Lobes optiques.	19	»...........	Excrétion de l'urine.........	...........Id.
	20	»...........	Sécrétion cutanée...........	...........Id.
	21	»...........	............Id...........	Quackréflexe.
	22	»...........	............Id...........	Balancement; peut monter et descendre *à volonté*.
	23	Vision (Probablement)....	Vision	Vision.
	24	?............	Audition	Audition.
	25	?............	Centre pour la dilatation active des pupilles.............	...........Id.
	26	?............	Centre de l'équilibration dépendante des nerfs auditifs.....	...........Id.
	27	?............	Centre pour les mouvements réflexes croisés	...........Id.
Couches optiques.	28	?............	Centre pour les pupilles......	...........Id.
	29	?............	Centre pour les mouvements reflexes croisés...........	...........Id.
	30	?............	Centre pour l'équilibration dépendant des nerfs auditifs...	...........Id.
Hémisphères cérébraux.	31	?............	Centre pour les mouvements reflexes croisés...........	...........Id.
	32	?............	Centre pour l'équilibration indépendante des nerfs auditifs..	...........Id.

CORRECTIONS A LA LÉGENDE DE LA PLANCHE

. . . . Lignes indiquant le trajet des réflexes ayant sous leur dépendance la ***position du corps*** : — la section du VIII à droite a pour effet d'abaisser le côté droit et d'élever le côté gauche (trajets médullaires et cérébraux).

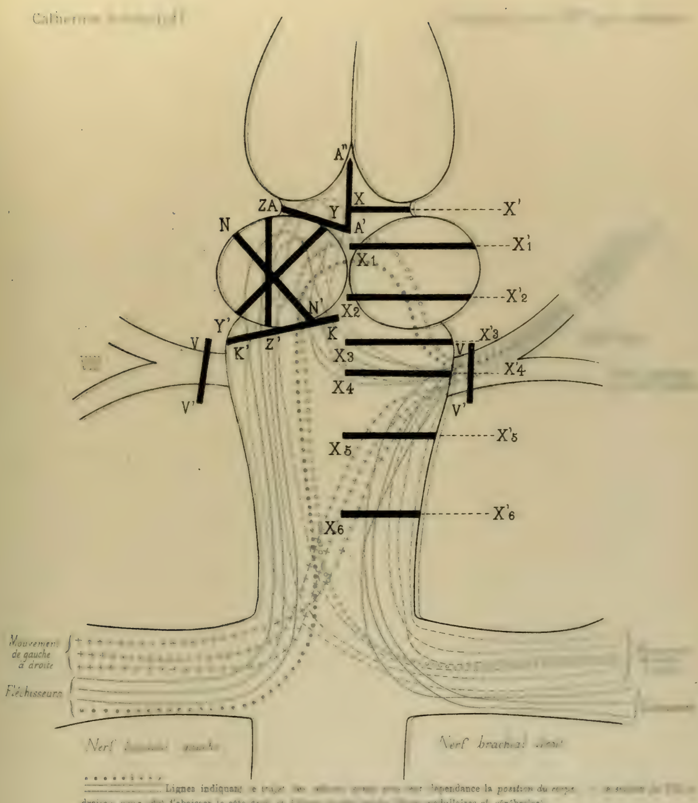
○ ○ ○ ○ ○ ○ Lignes indiquant le trajet des réflexes ayant sous leur dépendance le *mouvement de l'animal de droite à gauche* sous l'influence de l'excitation venant du VIII droit : — mouvement centripète de l'endolymphe (trajets médullaires et cérébraux).

‡‡‡‡‡‡ Lignes indiquant le trajet des réflexes qui déterminent le *mouvement de l'animal de gauche à droite* sous l'influence de l'excitation venant du VIII droit : — mouvement centrifuge de l'endolymphe (trajets médullaires seulement).

Pour la position du corps, la voie médullaire l'emporte, en importance, sur la voie cérébrale.

Pour la direction du mouvement, les trajets cérébraux l'emportent sur les trajets médullaires.

Pour l'explication de la planche voir la page 55 et suiv.



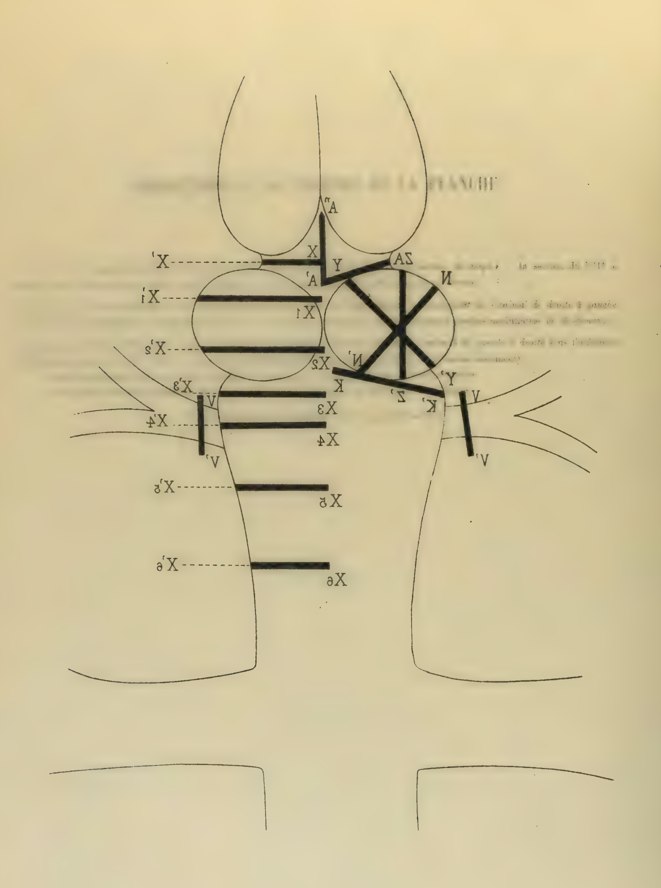
Lignes indiquant [illegible] dépendance la *position du corps* [illegible] droite a pour effet d'abaisser le côte d[illegible] médullaires et cérébrales).

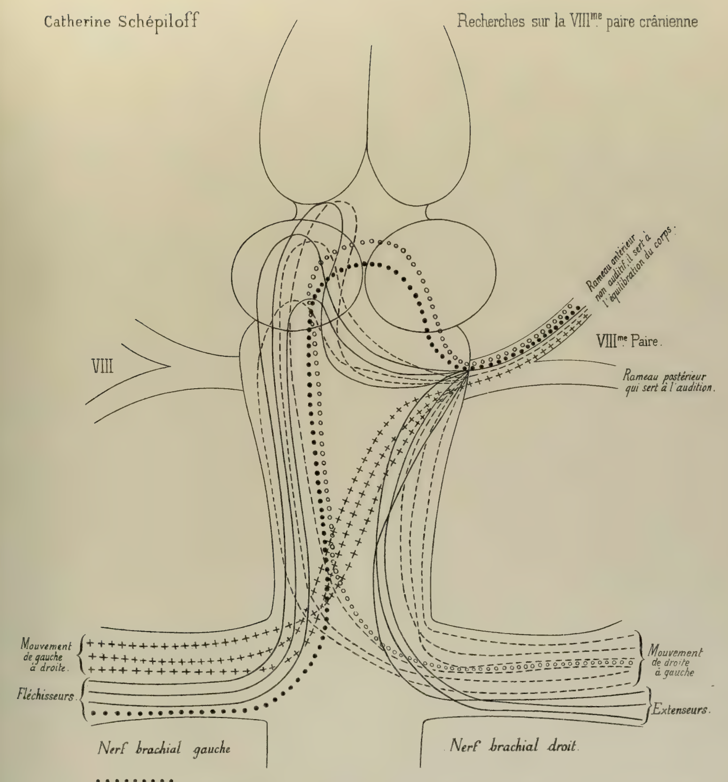
Lignes indiquant [illegible] dépendance le *mouvemen*[illegible] sous l'influence de l'excitation venan[illegible] l'endolymp[illegible]

Lignes indiquant [illegible] *mouvement de l'animal de* [illegible] de l'excitation venant du VIII droi[illegible]

[illegible] *position du corps*, l'action [illegible]

[illegible] *tion du mouvement* [illegible] celle des fibres [illegible]





• • • • • • • • • ═══════ Lignes indiquant le trajet des réflexes ayant sous leur dépendance la *position du corps* : — la section du VIII à droite a pour effet d'abaisser le côté droit et d'élever le côté gauche (fibres médullaires et cérébrales).

o o o o o o o o o ‗ ‗ ‗ ‗ ‗ ‗ Lignes indiquant le trajet des réflexes ayant sous leur dépendance le *mouvement de l'animal de droite à gauche* sous l'influence de l'excitation venant du VIII droit : — mouvement centripète de l'endolymphe (fibres médullaires et cérébrales).

‡ ‡ ‡ ‡ ‡ ‡ Lignes indiquant le trajet des réflexes qui déterminent le *mouvement de l'animal de gauche à droite* sous l'influence de l'excitation venant du VIII droit : — mouvement centrifuge de l'endolymphe (fibres médullaires seulement).

Pour la position du corps, l'action des fibres médullaires l'emporte sur les fibres cérébrales.

Pour la direction du mouvement, l'action des fibres cérébrales prédomine sur celle des fibres médullaires.

LITH. DUC. GENÈVE.

TABLE DES MATIÈRES

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
TOME XXXII. — N° 7.

DÉMONSTRATION

D'UN

THÉORÈME FONDAMENTAL

RELATIF AUX

FACTEURS PRIMITIFS DES NOMBRES PREMIERS

APPLICATIONS

au théorème de Fermat et à la recherche des facteurs primitifs.

PAR

Ch. CELLÉRIER

GENÈVE
IMPRIMERIE REY & MALAVALLON
1896

DÉMONSTRATION

D'UN

THÉORÈME FONDAMENTAL

RELATIF AUX

FACTEURS PRIMITIFS DES NOMBRES PREMIERS

APPLICATIONS

au théorème de Fermat et à la recherche des facteurs primitifs.

PREMIÈRE PARTIE

Principes relatifs aux facteurs primitifs.

§ 1. — Préliminaires.

Nous désignerons par q un nombre premier quelconque > 3; par p un autre nombre premier de la forme $fq + 1$, de sorte que f est pair; par y, y_1, y_2, .. y_{q-1}, les périodes de nombres q formées des racines primitives ou imaginaires de l'équation $x^p = 1$, de sorte qu'en désignant par α l'une d'elles et par γ une racine primitive de p, on ait :

$$y = \alpha + \alpha^{\gamma^q} + \alpha^{\gamma^{2q}} + \alpha^{\gamma^{3q}} + \ldots\ldots + \alpha^{\gamma^{(f-1)q}}$$

$$y_1 = \alpha^{\gamma} + \alpha^{\gamma^{(q+1)}} + \alpha^{\gamma^{(2q+1)}} + \ldots\ldots + \alpha^{\gamma^{(f-1)q+1}}$$

$$y_2 = \alpha^{\gamma^2} + \alpha^{\gamma^{(q+2)}} + \alpha^{\gamma^{(2q+2)}} + \ldots\ldots + \alpha^{\gamma^{(f-1)q+2}}$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$y_{q-1} = \alpha^{\gamma^{q-1}} + \alpha^{\gamma^{2q-1}} + \alpha^{\gamma^{3q-1}} + \ldots + \alpha^{\gamma^{fq-1}}$$

Les exposants de α dans ces expressions, c'est-à-dire $1, \gamma, \gamma^2, \gamma^3, \ldots.$ γ^{fq-1} ou γ^{p-2}, peuvent être remplacés d'ailleurs par leurs restes suivant le module p, et reproduisent par suite les entiers 1, 2, 3, ... $(p-1)$ dans un autre ordre.

On a $\gamma^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1 \pmod{p}$ et par suite $\alpha^{\gamma^i} \times \alpha^{\gamma^{i+\frac{p-1}{2}}} = 1$; or f étant pair, $\frac{p-1}{2}$ ou $\frac{1}{2} fq$ est multiple de q, et par suite si une puissance α^{γ^i} se trouve dans une période, sa conjuguée $\alpha^{\gamma^{i+\frac{p-1}{2}}}$ s'y trouve aussi, d'où résulte que $y, y_1, \ldots y_{q-1}$ sont réelles.

Pour la même raison le produit $y\,y_i$, en supposant $i > o$, sera formé de f^2 puissances de α dont aucune n'aura son exposant multiple de q; on sait d'ailleurs que si l'une d'elles α^m appartient à une certaine période, toutes celles qui entrent dans cette période se trouveront aussi dans $y\,y_i$ qui par suite sera composé de f périodes égales ou inégales; on aura donc des expressions de la forme suivante :

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} yy_1 = A_1 y + B_1 y_1 + C_1 y_2 + D_1 y_3 + \ldots + H_1 y_{q-1} \\ yy_2 = A_2 y + B_2 y_1 + C_2 y_2 + \ldots\ldots\ldots + H_2 y_{q-1} \\ yy_3 = A_3 y + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + H_3 y_{q-1} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ yy_{q-1} = A_{q-1} y + B_{q-1} y_1 + \ldots\ldots\ldots + H_{q-1} y_{q-1} \end{array} \right.$$

dans lesquelles les coefficients A_1, etc., seront des entiers satisfaisant les conditions

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} A_1 + B_1 + C_1 \ldots\ldots + H_1 = f, \text{ et en général} \\ A_i + B_i + C_i + \ldots\ldots + H_i = f \end{array} \right.$$

le nombre des périodes devant être f au second membre des équations (1). On a de plus

$$(3) \qquad y + y_1 + y_2 + \ldots + y_{q-1} + 1 = o$$

et par suite

$$y^2 + yy_1 + yy_2 + \ldots + yy_{q-1} + y = o$$

d'où résulte, en substituant les valeurs de $y\,y_1$, $y\,y_2$, etc.

$$(4)\qquad y^2 = A_o y + B_o y_1 + C_o y_2 + \ldots\ldots + H_o y_{q-1}$$

les valeurs des coefficients étant

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} A_o &= -1 - A_1 - A_2 - A_3 \ldots - A_{q-1} \\ B_o &= \quad\;\; - B_1 - B_2 - \ldots\ldots - B_{q-1} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ H_o &= \quad\;\; - H_1 - H_2 - \ldots\ldots - H_{q-1} \end{aligned}\right.$$

d'où résulte

$$(6)\qquad A_o + B_o + C_o + \ldots + H_o = -1 - (q-1)f = f - fq - 1 = f - p.$$

Enfin toute équation à coefficients entiers satisfaite par la lettre α reste exacte quand on la remplace par une autre racine imaginaire de $x^p = 1$, et par suite par α^γ, ce qui change chaque période dans la suivante; et par suite les équations (1) et (4) restent exactes quand on y augmente d'un même nombre d'unités tous les indices de y, y_1, etc.; et comme en ajoutant 1, ou 2, ou 3, dans la derniere (1), ou la précédente, etc., on doit retrouver la première, deuxième, etc., il en résulte

$$(7)\qquad A_{q-1} = B_1,\; B_{q-1} = C_1, \text{ etc. } A_{q-2} = C_2,\; B_{q-2} = D_2, \text{ etc. } A_{q-3} = D_3, \text{ etc.}$$

Maintenant nous pouvons laisser de côté la signification des périodes y comme fonctions de α. Ce seront pour nous des constantes réelles, et complètement déterminées une fois que p et q sont choisis, et pour qu'il en soit tout à fait ainsi, nous admettrons que l'on ait pris pour γ la plus petite racine primitive de p et $\alpha = \cos\frac{2\pi}{p} + \sqrt{-1}\sin\frac{2\pi}{p}$. L'existence de ces constantes sera pour nous un simple moyen de démonstration, en y joignant la condition que pour certains coefficients entiers A_i, B_i, etc. toutes les équations (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) soient satisfaites de même que celles qu'on déduit des équations (1) et (4) en augmentant tous les indices d'un même nombre d'unités; nous emploierons par suite le signe y_i même quand $i =$ ou $> q$, moyennant la condition que y_q, y_{q+1}, etc., signifie y, y_1, etc.; il en résultera des calculs plus symé-

triques. Dès lors les lettres α et γ ayant totalement disparu des relations précédentes, nous pourrons les employer dans une autre acception.

§ 2. — Définition et propriétés fondamentales des fonctions $f(y, \alpha^n)$.

Nous désignerons maintenant par α une quelconque des racines imaginaires de $x^q = 1$ et non plus de $x^p = 1$, et par $f(y, \alpha^n)$, l'expression

$$f(y,\alpha^n) = y + y_1\alpha^n + y_2\alpha^{2n} + y_3\alpha^{3n} + \ldots + y_{q-1}\alpha^{(q-1)n}$$

et nous poserons de même

$$f(y_i, \alpha^n) = y_i + y_{i+1}\alpha^n + y_{i+2}\alpha^{2n} + \ldots + y_{i+q-1}\alpha^{(q-1)n}.$$

Il est clair que si l'on multiplie cette expression par α^{in}, alors, dès que la suite des indices i, $i+1$, etc. sera devenue q, $q+1$, etc., les termes correspondants seront

$$y_q\alpha^{qn} + y_{q+1}\alpha^{(q+1)n} + \text{etc.}$$

et comme $\alpha^q = 1$, ils seront égaux à $y + y_1\alpha^n + \ldots$, de sorte qu'on a

$$\alpha^{in} f(y_i, \alpha^n) = f(y, \alpha^n),$$

et par suite, pour $n = 1$,

$$f(y, \alpha) = \alpha f(y_1, \alpha) = \alpha^2 f(y_2, \alpha) = \ldots = \alpha^{q-1} f(y_{q-1}, \alpha).$$

Ces relations comme les suivantes ont lieu pour toute racine α, pourvu qu'on lui attribue partout la même valeur; n est un entier quelconque positif ou négatif.

De là résulte que le produit $f(y, \alpha)\, f(y, \alpha^n)$ étant mis sous la forme

$$yf(y, \alpha) + y_1\alpha^n f(y, \alpha) + y_2\alpha^{2n} f(y, \alpha), \text{ etc.}$$

pourra s'écrire

$$yf(y, \alpha) + y_1\alpha^n . \alpha f(y_1, \alpha) + y_2\alpha^{2n}\alpha^2 f(y_2, \alpha) + \ldots$$

ou

$$yf(y, \alpha) + \alpha^{n+1}y_1 f(y_1, \alpha) + \alpha^{2(n+1)}y_2 f(y_2, \alpha) \ldots + \alpha^{(q-1)(n+1)}\, y_{q-1} f(y_{q-1}, \alpha).$$

Substituant les valeurs de $f(y_i, \alpha)$ et groupant ensemble les termes de même rang de ces diverses expressions, on aura

$$\begin{aligned} f(y, \alpha)f(y, \alpha^n) = & \left\{ y^2 + \alpha^{n+1}y_1^2 + \alpha^{2(n+1)}y_2^2 + \ldots + \alpha^{(q-1)(n+1)}y^2_{q-1} \right\} \\ & + \alpha \left\{ yy_1 + \alpha^{n+1}y_1y_2 + \alpha^{2(n+1)}y_2y_3 + \ldots\ldots + \alpha^{(q-1)(n+1)}y_{q-1}\,y_q \right\} \\ & + \alpha^2 \left\{ yy_2 + \alpha^{n+1}y_1y_3 + \alpha^{2(n+1)}y_2y_4 + \ldots\ldots + \alpha^{(q-1)(n+1)}y_{q-1}y_{q+1} \right\} \\ & + \alpha^3 \left\{ yy_3 + \alpha^{n+1}y_1y_4 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \alpha^{(q-1)(n+1)}y_{q-1}y_{q+2} \right\} \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ & + \alpha^{q-1} \left\{ yy_{q-1} + \alpha^{n+1}y_1y_q + \alpha^{2(n+1)}y_2y_{q+1} + \ldots + \alpha^{(q-1)(n+1)}y_{q-1}\,y_{2q-2} \right\} \end{aligned}$$

Si, dans l'une quelconque des expressions

$$yy_i + \alpha^{n+1}y_1y_{i+1} + \ldots\ldots + \alpha^{(q-1)(n+1)}y_{q-1}\,y_{i+q-1}$$

on substitue

$$yy_i = A_i\,y + B_i\,y_1 + \ldots + H_i\,y_{q-1},$$

et les valeurs de y, y_{i+1}, etc., qui se déduisent de celle-là en augmentant les indices de 1, 2, ... unités, elle prend la forme

$$\begin{aligned} & A_i \left[y + y_1\alpha^{n+1} + y_2\alpha^{2(n+1)} + \ldots + \alpha^{(q-1)(n+1)}y_{q-1} \right] + \\ & + B_i \left[y_1 + y_2\alpha^{n+1} + \ldots\ldots\ldots\ldots + \alpha^{(q-1)(n+1)}y_q \right] + \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ & + H_i \left[y_{q-1} + y_q\,\alpha^{n+1} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \right] \end{aligned}$$

ou

$$A_i\,f(y, \alpha^{n+1}) + B_i\,f(y_1, \alpha^{n+1}) + \ldots + H_i\,f(y_{q-1}, \alpha^{n+1});$$

mais on a vu qu'on avait

$$f(y_1, \alpha^n) = \alpha^{-n}f(y, \alpha^n), \quad f(y_2, \alpha^n) = \alpha^{-2n}f(y, \alpha^n), \text{ etc.}$$

Changeant n en $n+1$, et substituant on trouvera

$$f(y, \alpha^{n+1}) \left\{ A_i + B_i\,\alpha^{-(n+1)} + C_i\,\alpha^{-2(n+1)} + \text{etc.} \right\}$$

Tel est le coefficient de α^i dans la valeur de $f(y, \alpha)\,f(y, \alpha^n)$, d'où résulte

(8) $$f(y, \alpha)f(y, \alpha^n) = f(y, \alpha^{n+1})\,\varphi_n(\alpha),$$

en posant

$$\begin{aligned}\varphi_n(\alpha) = &\left\{ A_o + B_o\,\alpha^{-(n+1)} + C_o\,\alpha^{-2(n+1)} + \ldots + H_o\,\alpha^{-(q-1)(n+1)} \right\} \\ + \alpha &\left\{ A_1 + B_1\,\alpha^{-(n+1)} + C_1\,\alpha^{-2(n+1)} + \ldots + H_1\,\alpha^{-(q-1)(n+1)} \right\} \\ + \alpha^2 &\left\{ A_2 + B_2\,\alpha^{-(n+1)} + \text{etc.} \ldots\ldots\ldots \right\} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ + \alpha^{q-1} &\left\{ A_{q-1} + B_{q-1}\,\alpha^{-(n+1)} + C_{q-1}\,\alpha^{-2(n+1)} + \ldots + H_{q-1}\alpha^{-(q-1)(n+1)} \right\}\end{aligned}$$

§ 3. — Réduction de la valeur de $\varphi_n(\alpha)$.

L'équation (8) exprime la propriété fondamentale de la fonction $f(y, \alpha)$. Mais elle se transforme en une autre plus simple si $n+1$ est divisible par q, ou si $n = -1$ ou $q-1$. Alors les puissances $\alpha^{-i(n+1)}$ devenant 1, on a d'après les équations (2) et (6)

$$\varphi_n(\alpha) = (f-p) + \alpha f + \alpha^2 f + \ldots + \alpha^{q-1} f,$$

et comme $1 + \alpha + \alpha^2 \ldots + \alpha^{q-1} = o$, $\varphi_n(\alpha) = -p$; de plus $f(y, \alpha^{n+1})$ se réduit à $y + y_1 + \ldots + y_{q-1}$ ou à -1 d'après l'équation (3), donc on aura

$$f(y, \alpha) f(y, \alpha^{q-1}) = p. \tag{9}$$

De celle-ci résulte que $f(y, \alpha)$ n'est nulle pour aucune valeur de α. Ensuite, si l'on suppose $n+1$ non divisible par q, on pourra simplifier $\varphi_n(\alpha)$ en y substituant les valeurs (5) de $A_o, B_o, \ldots H_o$, ce qui donne

$$\begin{aligned}-\varphi_n(\alpha) = 1 &+ (1-\alpha) \left\{ A_1 + B_1\alpha^{-(n+1)} + \ldots\ldots + H_1\alpha^{-(q-1)(n+1)} \right\} \\ &+ (1-\alpha^2) \left\{ A_2 + B_2\alpha^{-(n+1)} + \ldots\ldots + H_2\alpha^{-(q-1)(n+1)} \right\} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &+ (1-\alpha^{q-1}) \left\{ A_{q-1} + B_{q-1}\alpha^{-(n+1)} + \ldots + H_{q-1}\alpha^{-(q-1)(n+1)} \right\}\end{aligned}$$

Enfin dans ces expressions, en nombre $q-1$ ou pair, on peut exprimer, au moyen des équations (7), toutes les lettres qui entrent dans les $\frac{q-1}{2}$

dernières au moyen des autres, de sorte qu'en les écrivant en ordre inverse elles deviendront

$$(1-\alpha^{q-1})\left\{B_1 + C_1\alpha^{-(n+1)} + \ldots + H_1\alpha^{-(q-2)(n+1)} + A_1\alpha^{-(q-1)(n+1)}\right\}$$
$$+ (1-\alpha^{q-2})\left\{C_2 + D_2\alpha^{-(n+1)} + \ldots + H_2\alpha^{-(q-3)(n+1)} + A_2\alpha^{-(q-2)(n+1)} + B_2\alpha^{-(q-1)(n+1)}\right\}$$
$$+ \text{etc.}$$

Mais il suffit de multiplier les coefficients de $(1-\alpha^{q-1})$, $(1-\alpha^{q-2})$, etc. par $\alpha^{-(n+1)}$, $\alpha^{-2(n+1)}$, etc. pour qu'ils deviennent égaux à ceux de $(1-\alpha)$, $(1-\alpha^2)$, etc. dans la valeur de $-\varphi_n(\alpha)$, d'où résulte que ceux-là seront multipliés en tout par

$$1-\alpha+\alpha^{n+1}(1-\alpha^{q-1}),\ 1-\alpha^2+\alpha^{2(n+1)}(1-\alpha^{q-2}),\ \text{etc.}$$

ou par

$$1-\alpha+\alpha^{n+1}-\alpha^n,\ 1-\alpha^2+\alpha^{2n+2}-\alpha^{2n},\ \text{etc}$$

ou

$$(1-\alpha)(1-\alpha^n),\ (1-\alpha^2)(1-\alpha^{2n}),\ \ldots.$$

d'où résulte enfin

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} -\varphi_n(\alpha) = 1 &+ (1-\alpha)(1-\alpha^n)\left\{A_1 + B_1\alpha^{-(n+1)} + C_1\alpha^{-2(n+1)} + \ldots + H_1\alpha^{-(q-1)(n+1)}\right\}\\ &+ (1-\alpha^2)(1-\alpha^{2n})\left\{A_2 + B_2\alpha^{-(n+1)} + \ldots\ldots\ldots + H_2\alpha^{-(q-1)(n+1)}\right\}\\ &+ (1-\alpha^3)(1-\alpha^{3n})\left\{A_3 + B_3\alpha^{-(n+1)} + \text{etc.}\right\}\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ &+ \left(1-\alpha^{\frac{q-1}{2}}\right)\left(1-\alpha^{\frac{n(q-1)}{2}}\right)\left\{A_{\frac{q-1}{2}} + B_{\frac{q-1}{2}}\alpha^{-(n+1)} + C_{\frac{q-1}{2}}\alpha^{-2(n+1)} + \ldots\right.\\ &\qquad\left. + H_{\frac{q-1}{2}}\alpha^{-(q-1)(n+1)}\right\}\end{aligned}\right.$$

Telle est l'expression la plus simple de la fonction $\varphi_n(\alpha)$.

§ 4. — Conséquences diverses de l'équation (8).

En posant $n = 1, 2, 3, \ldots i-1$, i étant un entier quelconque, on aura

$$f(y,\alpha)f(y,\alpha) = f(y,\alpha^2)\varphi_1(\alpha),\ f(y,\alpha)f(y,\alpha^2) = f(y,\alpha^3)\varphi_2(\alpha), \ldots$$
$$f(y,\alpha)f(y,\alpha^{i-1}) = f(y,\alpha^i)\varphi_{i-1}(\alpha).$$

Remarquons maintenant que si α est une racine primitive quelconque de $x^q = 1$, α^m en est une autre, tant que m est non divisible par q; ainsi $f(y, \alpha)$ n'étant pas nul, quelle que soit la racine α, $f(y, \alpha^m)$ ne l'est pas non plus; il en serait de même si m était divisible par q, puisque alors $f(y, \alpha^m)$ se réduit à -1; par suite, après avoir multiplié les équations précédentes, nous pourrons diviser de part et d'autre par

$$f(y, \alpha^2)f(y, \alpha^3) \ldots\ldots f(y, \alpha^{i-1}),$$

ce qui donnera

$$\left[f(y, \alpha)\right]^i = f(y, \alpha^i)\,\psi(\alpha),$$

en posant $\psi(\alpha) = \varphi_1(\alpha)\varphi_2(\alpha)\ldots\varphi_{i-1}(\alpha)$, de sorte que $\psi(\alpha)$ est une fonction entière bien déterminée de α seulement.

Si on suppose $i = q - 1$, alors en multipliant de part et d'autre par $f(y, \alpha)$, on aura au second membre $f(y, \alpha^{q-1})\,f(y, \alpha)\,\psi(\alpha)$; mais on a vu que $f(y, \alpha^{q-1})\,f(y, \alpha) = p$; donc on aura

$$\left[f(y, \alpha)\right]^q = F(\alpha), \tag{11}$$

$F(\alpha)$ étant une fonction entière de α complètement déterminée quant à sa forme et dont tous les coefficients sont multiples de p. On pourra du reste, sans qu'il cesse d'en être ainsi, faire disparaître, au moyen de l'équation $\alpha^q = 1$, tous les exposants égaux ou supérieurs à q. Puis l'équation restant exacte pour toute autre racine α' dont la valeur serait α^n, il en résultera également

$$\left[f(y, \alpha^n)\right]^q = F(\alpha^n),$$

pourvu que n soit non divisible par q.

Par suite, en nommant γ une racine primitive quelconque de q, remplaçant i par γ dans la valeur de $\left[f(y, \alpha)\right]^i$, on aura

$$\left[f(y, \alpha)\right]^\gamma = f(y, \alpha^\gamma)\,\psi(\alpha),$$

et par suite, en élevant à la puissance q,

$$\left[F(\alpha)\right]^\gamma = F(\alpha^\gamma)\left[\psi(\alpha)\right]^q. \tag{12}$$

Enfin, en élevant aussi la relation $f(y, \alpha) f(y, \alpha^{q-1}) = p$ à la puissance q, on trouvera

(13) $$F(\alpha) F(\alpha^{q-1}) = p^q.$$

De l'équation $f(y, \alpha) f(y, \alpha^n) = f(y, \alpha^{n+1}) \varphi_n(\alpha)$, on tirera de même

(14) $$F(\alpha) F(\alpha^n) = F(\alpha^{n+1}) \left[\varphi_n(\alpha)\right]^q$$

dans laquelle n et $n+1$ seront supposés non divisibles par q.

Nous laisserons maintenant complètement de côté la fonction $f(y, \alpha^n)$ et les constantes $y, y_1 \ldots y_{q-1}$, dont la considération était exclusivement destinée à démontrer les formules (12), (13) et (14). Dans celles-ci, $F(\alpha)$ est pour nous une fonction entière de la lettre α, $F(\alpha^n)$ est ce qu'elle devient en multipliant par n tous les exposants d'α; jusqu'ici nous savons seulement qu'elle a tous ses coefficients divisibles par p. Mais nous savons de plus que pour toutes les valeurs imaginaires d'α elle satisfait ces relations (12), (13), (14), dans lesquelles $\varphi_n(\alpha)$ et $\psi(\alpha)$ sont des fonctions entières connues d'α, la première étant donnée par la formule (10); quant à $\psi(\alpha)$, son expression serait inutile.

§ 5. — Composition idéale de la fonction $F(\alpha)$.

On sait que la norme d'un nombre complexe ou d'une fonction entière de la lettre α, est le produit des valeurs qu'on en déduit en remplaçant α par toutes ses valeurs, c'est-à-dire par toutes les racines imaginaires de $x^q = 1$. Si cette norme, qui est un entier positif, est divisible par un certain nombre premier p, le nombre complexe jouit de certaines propriétés correspondantes. Ces propriétés ont reçu le nom de facteurs primitifs de p; ceux-ci sont au nombre de $\frac{q-1}{\varphi}$, en nommant φ l'exposant auquel appartient p suivant le module q, et par suite on pourra toujours dire que le nombre complexe contient z fois un premier facteur primitif, z_1 fois un second, etc., désignant ainsi une réunion de propriétés que l'on peut mettre en évidence de diverses manières; ce qui pré-

cède est applicable aux nombres entiers ordinaires; par exemple p lui-même contient une fois, et une seule, chacun de ses facteurs primitifs. Ce qui fait l'importance de cette notion, c'est que le produit de deux nombres complexes a pour facteurs primitifs ceux des deux autres réunis; de même tout facteur primitif qui entre dans deux nombres complexes entre aussi dans leur somme et leur différence. Enfin ces facteurs étant rangés dans un ordre déterminé, il arrivera que si dans un nombre complexe on remplace α par α^γ, ou qu'on multiplie tous les exposants d'α par γ, autant de fois le premier contient un certain facteur primitif, autant de fois le second renfermera le facteur précédent. Appliquons ce qui précède à la fonction $F(\alpha)$ du § 4. Nous voyons par l'équation (13) que les facteurs primitifs de $F(\alpha)$ ne peuvent être que ceux du seul nombre p; or celui-ci appartenant à l'exposant 1, ces facteurs sont au nombre de $q-1$ différents, et le second membre en contenant par suite $q(q-1)$, chacun des nombres $F(\alpha)$, $F(\alpha^{q-1})$ en contiendra μq, en posant $\mu = \frac{q-1}{2}$. Nommons $z, z_1, \ldots$ le nombre de fois que chacun y entre, désignons les facteurs eux-mêmes par les lettres $\theta, \theta_1, \theta_2, \ldots$ et alors nous dirons que la formule

$$\theta^z \theta_1^{z_1} \theta_2^{z_2} \ldots \theta_{q-2}^{z_{q-2}}$$

exprime la composition idéale du nombre $F(\alpha)$. Nous pourrons de même exprimer par

$$\theta^{z'} \theta_1^{z'_1} \ldots \theta_{q-2}^{z'_{q-2}}$$

celle de la fonction $\psi(\alpha)$ de l'équation (12), car elle ne peut contenir de facteurs primitifs autres que ceux du premier membre; puis celle de $[F(\alpha)]^\gamma$ étant $\theta^{\gamma z} \theta_1^{\gamma z_1} \ldots$, et celle de $F(\alpha^\gamma)$ $\theta^{z_1} \theta_1^{z_2} \ldots \theta_{q-2}^{z}$, il faudra pour que les facteurs soient les mêmes de part et d'autre, qu'on ait

$$(15) \qquad \gamma z = z_1 + z'q,\ \gamma z_1 = z_2 + z_1'q,\ \gamma z_2 = z_3 + z_2'q,\ \ldots\ \gamma z_{q-2} = z + z'_{q-2}q.$$

Or, comme $F(\alpha)$, comme on a vu, est identiquement divisible par p, et contient par suite tous ses facteurs, aucun des exposants $z, z_1 \ldots$ ne peut être nul; aucun non plus n'est divisible par q, car d'après les équations

précédentes tous le seraient, et leur nombre total serait au moins $q(q-1)$, double du nombre μq. Donc, si l'on nomme n l'indice de z, de sorte qu'on ait $z \equiv \gamma^n$ (mod. q), on aura $z_1 \equiv \gamma^{n+1}$, $z_2 \equiv \gamma^{n+2}$, etc., ou si l'on convient de désigner par γ_i le reste de toute puissance γ^i suivant le module q, de sorte qu'il soit compris dans la suite $1, 2, \ldots (q-1)$, on aura

$$z \equiv \gamma^n,\ z_1 \equiv \gamma_{n+1},\ z_2 \equiv \gamma_{n+2} \ldots\ldots z_{q-2} \equiv \gamma_{q-2+n} \ (\text{mod. } q)$$

D'ailleurs, dès que les quantités $\gamma_n, \gamma_{n+1} \ldots$ seront devenues $\gamma_{q-1}, \gamma_q, \ldots$ elles seront les mêmes que $1, \gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_{q-2}$, qui ne sont autres que $1, 2, 3, \ldots (q-1)$ dans un autre ordre, et leur somme étant $q\frac{q-1}{2}$, ou μq, on voit qu'aucun des exposants ne peut dépasser son reste; par suite, ces exposants sont la suite $1, \gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_{q-2}$ elle-même en la faisant commencer à un certain terme γ_n, le premier 1 faisant suite au dernier γ_{q-2}.

§ 6. — Conséquence relative a l'existence de certains nombres idéaux.

En remplaçant α par α^γ, ou $\alpha^{\gamma^2}, \ldots$ dans $F(\alpha)$, tous les exposants rétrogradent d'une ou plusieurs places; par suite nous dirons que le nombre idéal

$$\theta\,\theta_1^{\gamma_1}\,\theta_2^{\gamma_2} \ldots\ldots \theta_{q-2}^{\gamma_{q-2}}$$

est existant, ce qui signifie qu'il existe un nombre complexe ayant ces facteurs-là et aucun autre.

Ensuite en remplaçant $z, z_1 \ldots$ par leurs valeurs γ_n, γ_{n+1}, etc., les équations (15) donneront

$$z' = \frac{\gamma\gamma_n - \gamma_{n+1}}{q},\quad z_1' = \frac{\gamma\gamma_{n+1} - \gamma_{n+2}}{q}, \text{ etc.}$$

Le second terme du numérateur $\gamma_{n+1}, \gamma_{n+2}, \ldots$ finira par être 1; nommons $b_0, b_1, b_2 \ldots$ les valeurs de $z', z'_1, \ldots$ en les faisant commencer à ce terme, nous aurons

$$(16)\quad b_0 = \frac{\gamma\gamma_{q-2} - 1}{q},\ b_1 = \frac{\gamma - \gamma_1}{q},\ b_2 = \frac{\gamma\gamma_1 - \gamma_2}{q},\ b_3 = \frac{\gamma\gamma_2 - \gamma_3}{q} \ldots b_{q-2} = \frac{\gamma\gamma_{q-3} - \gamma_{q-2}}{q}$$

et l'on voit qu'en remplaçant de même α par α^{γ}, α^{γ^2}, dans $\psi(\alpha)$, sa composition idéale sera exprimée par

$$\theta^{b_0}\theta_1^{b_1}\theta_2^{b_2}\ldots\ldots\theta_{q-2}^{b_{q-2}}$$

Ce nombre idéal est donc existant.

Enfin, dans l'équation (14), n et $n+1$ sont des entiers assujettis à la seule condition de n'être pas divisibles par q. Par suite, nommant h, h' leurs indices, de sorte que $n \equiv \gamma^h$, $n+1 \equiv \gamma^{h'}$, h sera un quelconque des nombres $o, 1, 2 \ldots (q-2)$, autre que μ, parce qu'on aurait pour ce dernier $\gamma^\mu + 1 \equiv o$ (mod. q), ou $n+1 \equiv o$. Il en résultera alors

$$1+\gamma^h \equiv \gamma^{h'},$$

et par suite

$$\gamma^i + \gamma^{i+h} \equiv \gamma^{i+h'} \text{ (mod. } q),$$

puis la composition idéale de $F(\alpha)$ étant toujours

$$\theta^{\gamma_n}\theta_1^{\gamma_{n+1}}\ldots\ldots\theta_{q-2}^{\gamma_{n+q-2}},$$

celles de $F(\alpha^n)$, $F(\alpha^{n+1})$ ou $F(\alpha^{\gamma^h})$, $F(\alpha^{\gamma^{h'}})$, seront

$$\theta^{\gamma_{n+h}}\theta_1^{\gamma_{n+h+1}}\ldots\ldots,\quad \theta^{\gamma_{n+h'}}\theta_1^{\gamma_{n+h'+1}}\ldots\ldots,$$

et nommant encore $\theta^{z''}\theta_1^{z_1''}\theta_2^{z_2''}\ldots$ celle de $\varphi_n(\alpha)$, l'équation (12) donnera

$$\gamma_n + \gamma_{n+h} = \gamma_{n+h'} + qz'',\qquad \gamma_{n+1} + \gamma_{n+h+1} = \gamma_{n+h'+1} + qz_1'', \text{ etc.}$$

d'où

$$z'' = \frac{\gamma_n + \gamma_{n+h} - \gamma_{n+h'}}{q},\quad z_1'' = \frac{\gamma_{n+1} + \gamma_{n+h+1} - \gamma_{n+h'+1}}{q}, \text{ etc.}$$

Posons

(17) $$c_o = \frac{1+\gamma_h - \gamma_{h'}}{q},\qquad c_1 = \frac{\gamma_1 + \gamma_{h+1} - \gamma_{h'+1}}{q},$$

$$c_2 = \frac{\gamma_2 + \gamma_{h+2} - \gamma_{h'+2}}{q},\ \ldots\ c_{q-2} = \frac{\gamma_{q-2} + \gamma_{h+q-2} - \gamma_{h'+q-2}}{q}$$

et l'on voit que les exposants z'', z''_1, ... seront cette même suite en la faisant commencer au terme c_n; c_i est toujours entier, puisqu'on a $\gamma^i + \gamma^{h+i} - \gamma^{h'+i} \equiv o$ et par suite $\gamma_i + \gamma_{h+i} - \gamma_{h'+i} \equiv o$. (mod. q).

Nous voyons donc que le nombre idéal

$$\theta^{c_o}\,\theta_1^{\,c_1}\,\theta_2^{\,c_2}\;\ldots\;\theta_{q-2}^{c_{q-2}}$$

est existant. D'ailleurs si dans le nombre complexe qui représente un nombre idéal on remplace α par α^γ, α^{γ^2}, etc., les exposants de θ, ... ne font que rétrograder. Donc les nombres idéaux

(18) $$\theta^{b_n}\,\theta_1^{\,b_{n+1}}\,\theta_2^{\,b_{n+2}}\;\ldots\;\theta_{q-2}^{b_{n+q-2}},\quad \theta^{c_n}\,\theta_1^{\,c_{n+1}}\,\theta_2^{\,c_{n+2}}\;\ldots\;\theta_{q-2}^{c_{n+q-2}}$$

sont existants, quel que soit l'entier n. On admet dans ces expressions que b_{q-1}, b_q, etc., c_{q-1}, c_q, c_{q+1}, etc., représentent b_o, b_1, etc. et c_o, c_1, etc.

Enfin remarquons que $\gamma^\mu + 1 \equiv o$, et par suite $\gamma^{\mu+i} + \gamma^i \equiv o$ (mod. q), d'où résulte $\gamma_\mu + 1 = q$, $\gamma_{\mu+i} + \gamma_i = q$. Donc

$$c_i + c_{i+\mu} = \frac{(\gamma_i + \gamma_{i+\mu}) + (\gamma_{h+i} + \gamma_{h+i+\mu}) - (\gamma_{h'+i} + \gamma_{h'+i+\mu})}{q} = \frac{q+q-q}{q},$$

ou

(19) $$c_i + c_{i+\mu} = 1.$$

De même pour $i > o$, on a

$$b_i + b_{i+\mu} = \frac{\gamma(\gamma_{i-1} + \gamma_{\mu+i-1}) - (\gamma_i + \gamma_{i+\mu})}{q} = \frac{\gamma q - q}{q} = \gamma - 1,$$

et cela reste exact si $i = o$, puisque

$$b_o + b_\mu = \frac{\gamma(\gamma_{2\mu-1} + \gamma_{\mu-1}) - (1 + \gamma_\mu)}{q} = \frac{\gamma q - q}{q}.$$

On aura donc aussi dans tous les cas

(20) $$b_i + b_{i+\mu} = \gamma - 1.$$

DEUXIÈME PARTIE

Application au théorème de Fermat.

§ 7. — Préliminaires.

Le théorème dont il s'agit consiste, comme on sait, en ce que si n est un entier > 2, l'équation $x^n + y^n = z^n$ n'a aucune solution où x, y, z soient des entiers différents de o, de sorte qu'il n'y en a pas non plus où x, y, z soient des quantités rationnelles. Il est clair que si le théorème est démontré pour un exposant n, il l'est pour tous ses multiples, et comme on le vérifie aisément pour $n = 4$ ou 3, il sera vrai pour toute puissance de 2 autre que la première, et aussi pour tout multiple de 3, de sorte que s'il était faux pour un certain exposant n, celui-ci contiendrait un facteur premier q qui serait > 3. Il suffit donc pour la démonstration de supposer $n = q$, et en changeant pour plus de symétrie z en $-z$, de démontrer que l'équation

$$x^q + y^q + z^q = o, \tag{21}$$

dans laquelle q est premier et > 3, n'a aucune solution entière.

M. Kummer a démontré que cette équation n'a aucune solution entière, ni même aucune où x, y, z seraient des nombres complexes fonctions des racines de $\alpha^q = 1$, pourvu que q satisfasse un certain ensemble de conditions, au nombre de $\frac{q-3}{2}$, et il a vérifié que si $q < 100$, ces conditions sont en général satisfaites, sauf pour un petit nombre de valeurs de q, dont la plus petite est 37.

Or on peut par les principes de la première partie, en se bornant au cas où x, y, z seraient des entiers non divisibles par q, changer tout à fait la nature et surtout le nombre de ces conditions, de telle sorte que pour qu'il y eût une semblable solution, le nombre q devrait en général satisfaire cinq conditions; et il suffit de s'assurer que l'une d'elles à

volonté n'est pas satisfaite, ce qui rend la vérification beaucoup plus simple; il est vrai qu'un seul des cas du théorème se trouve ainsi plus aisément résolu, notre méthode n'étant pas applicable au cas où l'un des entiers x, y, z serait divisible par q.

En conséquence, nous admettrons que l'équation (21) a pour un certain nombre $q > 3$ une solution, et comme on peut diviser x, y, z par leur facteur commun, nous admettrons que x, y, z soient entiers, premiers entre eux, non divisibles par q, et du reste positifs ou négatifs. Nous en déduirons les conditions correspondantes que doit satisfaire le nombre premier q. Il est superflu d'exclure dans ce moment les valeurs de q pour lesquelles le théorème est démontré; il n'en résulterait aucune simplification, notre mode de démonstration n'ayant aucun rapport avec celui de M. Kummer.

Remarquons que si α est une racine imaginaire de $\alpha^q = 1$, alors les autres sont $\alpha^2, \alpha^3, \ldots \alpha^{q-1}$, d'où résulte, u étant une variable indéterminée, qu'on a identiquement

$$u^q - 1 = (u-1)(u-\alpha)(u-\alpha^2)(u-\alpha^3)\ \ldots\ (u-\alpha^{q-1}),$$

et divisant par $u - 1$,

$$u^{q-1} + u^{q-2} + u^{q-3}\ \ldots + u + 1 = (u-\alpha)(u-\alpha^2)(u-\alpha^3)\ \ldots\ (u-\alpha^{q-1});$$

posant $u = 1$ dans la seconde, $u = -\dfrac{x}{y}$ dans la première et multipliant par $-y^q$, on aura

(22) $$(1-\alpha)(1-\alpha^2)(1-\alpha^3)\ldots(1-\alpha^{q-1}) = q,$$

$$x^q + y^q = (x+y\alpha)(x+y\alpha^2)(x+y\alpha^3)\ \ldots\ (x+y\alpha^{q-1})(x+y).$$

Or γ étant une racine primitive quelconque de q, $\alpha, \alpha^2 \ldots \alpha^{q-1}$ sont la même chose que $\alpha, \alpha^\gamma, \alpha^{\gamma^2}, \alpha^{\gamma^3} \ldots \alpha^{\gamma^{q-2}}$, donc l'équation (21) peut s'écrire :

$$(x+y)\mathrm{N} = (-z)^q$$

en posant

(23) $$\mathrm{N} = (x+y\alpha)(x+y\alpha^\gamma)(x+y\alpha^{\gamma^2})(x+y\alpha^{\gamma^3})\ldots(x+y\alpha^{\gamma^{q-2}}).$$

§ 8. — Nouvelle équation déduite de la précédente.

Aucun facteur primitif ne peut diviser à la fois deux des binômes $x + y$, $x + y\alpha$, $x + y\alpha^\gamma$, etc., car il diviserait z^q et z, puis s'il divisait $x + y\alpha^m$ et $x + y\alpha^{m'}$, il entrerait aussi dans leur différence $y\alpha^m(1 - \alpha^{m'-m})$ en supposant $m' > m$; d'ailleurs divisant z, il ne peut entrer dans y, donc il diviserait $\alpha^{q-m}\alpha^m(1 - \alpha^{m'-m})$ et par suite $1 - \alpha^{m'-m}$, à cause de l'équation (22) il diviserait q, donc les entiers z et q auraient un facteur commun. Or

$$\mathrm{N} = \frac{x^q + y^q}{x + y} = x^{q-1} - x^{q-2}y + x^{q-3}y^2 - \ldots - xy^{q-2} + y^{q-1}$$

Donc l'entier N est premier à $x + y$, et leur produit étant $(-z)^q$, chacun est une puissance q exacte; on a donc

$$\mathrm{N} = z'^q$$

z' étant un diviseur de z, et par suite étant non divisible par q; $x + y$ est aussi non divisible par q. De plus N et z' ne peuvent être ± 1. C'est évident si x et y sont de signe contraire, x^{q-1}, $x^{q-2}y$, etc., étant tous de même signe; si x et y sont de même signe alors si $\mathrm{N} = \pm 1$ cela suppose $x^q + y^q = \mathrm{N}(x + y) = x + y$ numériquement, et par suite il faudrait qu'on eût $x = 1$, $y = 1$, sans quoi $x^q > x$, $y^q > y$, et il en résulterait $z^q = -2$.

Maintenant N ne peut être divisible par un nombre premier appartenant par rapport au module q à un exposant > 1, car alors le nombre des facteurs primitifs qui lui correspondent serait $< q - 1$, et par suite l'un d'eux entrant nécessairement dans $x + y\alpha$, $x + y\alpha^\gamma$ contiendrait le précédent, $x + y\alpha^{\gamma^2}$ le précédent et ainsi de suite, de sorte qu'avant d'arriver à $x + y\alpha^{\gamma^{q-2}}$ on aurait trouvé un autre de ces binômes contenant le même facteur primitif que $x + y\alpha$, ce qui est impossible. Par suite tout diviseur premier de N a la forme $fq + 1$. Enfin tout facteur primitif qui entre dans un de ces binômes y entre un nombre de fois multiple

de q puisqu'il doit entrer le même nombre de fois dans z'^q. Représentons donc la composition idéale de $x + y\alpha^{\gamma^{q-2}}$ par

$$\theta^{zq}\theta'^{z'q}\theta''^{z''q} \ldots \text{etc.},$$

plusieurs de ces facteurs primitifs θ, θ', ... pouvant d'ailleurs appartenir à un même nombre premier. Chacun de ces nombres premiers a la forme $fq + 1$, d'où résulte qu'en nommant $\theta_1, \theta_2, \ldots \theta_{q-2}$ ceux qui suivent θ; $\theta_1', \theta'_2, \ldots \theta'_{q-2}$ ceux qui suivent θ', etc., les nombres idéaux (18) sont existants. Nommons donc $a_0, a_1, a_2, \ldots a_{q-2}$ une suite d'entiers positifs qui seront à volonté les suites $b_0, b_1 \ldots$ ou $c_0, c_1 \ldots$ données par les équations (16) et (17), ou l'une de ces suites commençant à un rang quelconque, mais en les rangeant dans les deux cas dans l'ordre inverse. Il en résultera que

$$\theta^{a_{q-2}}\theta_1'^{a_{q-3}} \ldots \theta_{q-4}^{a_2}\theta_{q-3}^{a_1}\theta_{q-2}^{a_0}$$

est existant ou qu'il existe un certain nombre complexe $\varphi(\alpha)$ ayant précisément ces facteurs et aucun autre. Il y en aura un autre $\varphi'(\alpha)$ dont la composition idéale sera

$$\theta'^{a_{q-2}}\theta_1'^{a_{q-3}}\theta_2'^{a_{q-4}} \ldots \theta'^{a_0}_{q-2}$$

et ainsi de suite.

Or autant de fois $x + y\alpha^{\gamma^{q-3}}$ contient un certain facteur, autant de fois $x + y\alpha^{\gamma^{q-2}}$ contient le suivant; donc la composition idéale du premier sera

$$\theta_1^{zq}\theta_1'^{z'q}\theta_1''^{z''q} \ldots \text{etc.}$$

De même celle de $x + y\alpha^{\gamma^{q-4}}$ sera

$$\theta_2^{zq}\theta_2'^{z'q}\theta_2''^{z''q} \ldots \text{etc.}$$

et enfin celle de $x + y\alpha$ sera

$$\theta_{q-2}^{zq}\theta'^{z'q}_{q-2}\theta''^{z''q}_{q-2} \ldots \text{etc}$$

Par suite si l'on pose

$$Q = (x + y\alpha)^{a_o}(x + y\alpha^{\gamma})^{a_1}(x + y\alpha^{\gamma^2})^{a_2} \ldots (x + y\alpha^{\gamma^{q-2}})^{a_{q-2}}$$

on aura pour la composition de cette expression en écrivant les facteurs en ordre inverse, la puissance q de

$$(\theta^{a_{q-2}}\theta_1^{a_{q-3}} \ldots . \theta_{q-2}^{a_o})^z(\theta'^{a_{q-2}}\theta_1'^{a_{q-3}} \ldots . \theta_{q-2}'^{a_o})^{z'}(\theta''^{a_{q-2}} \ldots . \theta_{q-2}''^{a_o})^{z''} \ldots . \text{etc.}$$

et par suite en posant

$$\Big[\varphi(\alpha)\Big]^z\Big[\varphi'(\alpha)\Big]^{z'}\Big[\varphi''(\alpha)\Big]^{z''} \ldots \text{etc.} = F(\alpha).$$

les expressions Q et $\Big[F(\alpha)\Big]^q$ auront précisément les mêmes facteurs primitifs, de sorte que leur quotient est une unité complexe; celle-ci est d'ailleurs, comme on sait, le produit d'une puissance α^m par une unité réelle $E(\alpha)$, de sorte qu'on aura :

$$Q = \alpha^m E(\alpha)\Big[F(\alpha)\Big]^q$$

Mais on peut encore simplifier cette relation en remarquant qu'elle subsiste en remplaçant α par α^{γ^μ} ou α^{-1}, ce qui ne change point $E(\alpha)$; chaque binôme $x + y\alpha^{\gamma^i}$ devient alors $x + y\alpha^{\gamma^{i+\mu}}$, et en même temps le second devient le premier; si donc on multiplie les deux résultats, chacun sera élevé à la puissance $a_i + a_{i+\mu}$ qui est 1 ou $\gamma - 1$, suivant que les membres a_o, etc. sont c_o, etc. ou b_o, etc. Le premier membre deviendra donc, d'après l'équation (23), N ou $N^{\gamma-1}$, c'est-à-dire z'^q ou $z'^{q(\gamma-1)}$, tandis que le second membre, où $\alpha^m\alpha^{-m}$ disparaissent, sera

$$\Big[E(\alpha)\Big]^2\Big[F(\alpha)F(\alpha^{-1})\Big]^q.$$

Par suite $\Big[E(\alpha)\Big]^2$ étant une unité, z' ou $z'^{\gamma-1}$, aura précisément les mêmes facteurs primitifs que $F(\alpha)\,F(\alpha^{-1})$ et leur quotient sera une unité $E'(\alpha)$ qui ne peut être que réelle comme les deux quantités divisées. On aura donc

$$\Big[E'(\alpha)\Big]^q = \Big[E(\alpha)\Big]^2, \qquad \Big[E'(\alpha)\Big]^{\frac{q(q+1)}{2}} = \Big[E(\alpha)\Big]^q\Big[E(\alpha)\Big],$$

et par suite

$$E(\alpha) = \left[E''(\alpha)\right]^q,$$

en posant

$$\frac{\left[E'(\alpha)\right]^{\frac{q+1}{2}}}{E(\alpha)} = E''(\alpha),$$

de sorte que $E''(\alpha)$ est encore une unité; ainsi en remplaçant $E''(\alpha)F(\alpha)$ par $F(\alpha)$ dans la valeur de Q, elle deviendra

$$Q = \alpha^m \left[F(\alpha)\right]^q$$

Ensuite remarquons que la puissance q d'un nombre complexe se compose de celles de ses divers termes, qui sont toutes des entiers, puis d'autres produits partiels ayant tous q comme diviseur de leurs coefficients; si donc nous convenons de désigner par $\psi(\alpha)$ non un nombre complexe particulier, mais le mot de nombre complexe en général, nous aurons

(24) $$Q = \alpha^m c + q\psi(\alpha)$$

et cela ne cessera point d'avoir lieu si nous altérons d'un multiple de q l'un des binômes $x + y\alpha^{\gamma^i}$ qui entrent dans la formation de Q, les termes ainsi ajoutés ou retranchés ayant tous q en coefficients. Par suite ce binôme pourra être remplacé par

$$x + y + y(\alpha^{\gamma^i} - 1)$$

ou par

$$(x + y)\left[1 + t(\alpha^{\gamma^i} - 1)\right]$$

en déterminant l'entier t de manière que

$$t(x + y) \equiv y \pmod{q},$$

ce qui donnera pour t une valeur déterminée comprise dans la suite $1, 2, 3 \ldots (q - 1)$, puisque $(x + y)$ et y sont non divisibles par q. Alors

Q deviendra $Q'(x+y)^l$, en nommant Q' le produit des valeurs de $\left[1+t(\alpha^{\gamma^i}-1)\right]^{a_i}$, et posant

$$l = a^0 + a_1 + \ldots + a_{q-2}$$

Multipliant enfin l'égalité (24) par un entier l' tel que $(x+y)^l l' \equiv 1$ (mod. q), elle prendra la forme

$$Q' = \alpha^m c' + q\psi(\alpha),$$

où c' est un nouvel entier.

Comme $\alpha^{\gamma^i}-1$ est divisible par $\alpha-1$ on a la forme $(1-\alpha)\psi(\alpha)$, chaque facteur de Q' aura la forme $1+(1-\alpha)\psi(\alpha)$, et par suite il en sera de même de Q'; de plus $\alpha^m = \left[1-(1-\alpha)\right]^m = 1 - m(1-\alpha) + \text{etc.}$, a aussi la forme $1+(1-\alpha)\psi(\alpha)$, puis q est aussi divisible par $(1-\alpha)$; ainsi en réunissant dans l'égalité ci-dessus les multiples de $(1-\alpha)$, on voit que $c'-1 = (1-\alpha)\psi(\alpha)$ et la norme du second membre étant divisible par q, il faut que $c'-1$ le soit; donc $c' = 1 + \text{mult. } q$, et par suite

$$Q' = \alpha^m + q\psi(\alpha).$$

Enfin multipliant de part et d'autre par α^{q-m}, posant $q-m = \mathrm{M}$, que nous regarderons comme positif, nous aurons

$$(25)\quad \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{P} = 1 + q\psi(\alpha), \quad \text{en posant} \\ \mathrm{P} = \alpha^{\mathrm{M}}\left[1+t(\alpha-1)\right]^{a_0}\left[1+t(\alpha^{\gamma}-1)\right]^{a_1}\left[1+t(\alpha^{\gamma^2}-1)\right]^{a_2}\cdots \\ \qquad\qquad \left[1+t(\alpha^{\gamma^{q-2}}-1)\right]^{a_{q-2}}. \end{array} \right.$$

§ 9. — Transformation de la condition précédente en d'autres indépendantes de la lettre α.

Si pour un instant nous regardons α comme une lettre indéterminée, l'expression précédente de P ne contenant que des exposants entiers et

positifs pourra être mise sous la forme polynôme, et par suite, en y substituant $\alpha = 1 - \beta$, elle prendra la forme

$$1 + A_1\beta + A_2\beta^2 + A_3\beta^3 + \ldots$$

ou $A_1, A_2, \ldots$ sont des entiers dépendant de M et t. Elle doit d'ailleurs se réduire à 1 pour $\alpha = 1$ ou $\beta = o$. Ensuite si l'on substitue $\beta = 1 - \alpha$, et qu'on donne à α sa valeur numérique racine de $\alpha^q = 1$, cette même expression doit être égale à $1 + q\psi(\alpha)$ et celle-ci est de la forme $1 + (1 - \alpha)^{q-1}\psi(\alpha)$, puisque chacun des facteurs de l'expression (22) est divisible par $1 - \alpha$. De là résulte que les entiers $A_1, A_2, A_3 \ldots$ .. A_{q-2} doivent être divisibles par q; car si cela n'était pas, nommons A_i le premier d'entre eux pour lequel cette condition ne serait pas satisfaite; les précédents étant multiples de $(1 - \alpha)^{q-1}$, on aurait une équation de la forme

$$A_i(1 - \alpha)^i + A_{i+1}(1 - \alpha)^{i+1} + \text{etc.} = (1 - \alpha)^{q-1}\psi(\alpha)$$

et comme $i < q - 1$, on trouverait en divisant par $(1 - \alpha)^i$, une relation de la forme

$$A_i = (1 - \alpha)\psi(\alpha),$$

ce qui est imposible.

Maintenant nous pouvons exprimer ces conditions relatives aux quantités A_i en regardant α et β comme des variables indépendantes; elles consisteront alors en ce que les dérivées $\frac{dP}{d\beta}, \frac{d^2P}{d\beta^2} \ldots\ldots \frac{d^{q-2}P}{d\beta^{q-2}}$ se réduiront quand on y pose $\beta = o$ à des multiples de q, puisqu'elles sont A_1, $1.2A_2$, $1.2.3A_3$, etc. Puis celles-là sont les mêmes que

$$\frac{dP}{d\alpha}, \frac{d^2P}{d\alpha^2} \ldots\ldots \frac{d^{q-2}P}{d\alpha^{q-2}},$$

sauf le signe, de sorte qu'elles satisferont les mêmes conditions en posant $\alpha = 1$ après les dérivations.

Si nous changeons de variable en posant $\alpha = e^u$, où e est la base des

logarithmes népériens, alors $\frac{d\alpha}{du} = e^u = \alpha$, et par suite on aura avant de substituer $\alpha = 1$,

$$\frac{dP}{du} = \frac{dP}{d\alpha}.\alpha, \qquad \frac{d^2P}{du^2} = \frac{d^2P}{d\alpha^2}.\alpha^2 + \frac{dP}{d\alpha}.\alpha,$$

$$\frac{d^3P}{du^3} = \frac{d^3P}{d\alpha^3}.\alpha^3 + 3\frac{d^2P}{d\alpha^2}\alpha^2 + \frac{dP}{d\alpha}.\alpha, \text{etc.},$$

et par suite

$$\frac{dP}{du}, \frac{d^2P}{du^2}, \ldots \frac{d^{q-2}P}{du^{q-2}},$$

se réduisent encore à des entiers multiples de q, quand on y pose $x = 1$, et par suite $u = o$. Enfin, avant cette substitution, on a aussi

$$\frac{d.l(P)}{du} = \frac{\frac{dP}{du}}{P}, \quad \frac{d^2.l(P)}{du^2} = \frac{\frac{d^2P}{du^2}}{P} - \frac{\left(\frac{dP}{du}\right)^2}{P^2}, \text{ etc.}$$

et comme ces expressions ne contiennent pas d'autres dénominateurs que des puissances de P, et que P devient 1 pour $x = 1$, nous pouvons encore dire que

$$\frac{d.l(P)}{du}, \frac{d^2.l(P)}{du^2} \ldots \frac{d^{q-2}l.(P)}{du^{q-2}},$$

se réduisent à des entiers multiples de q, quand on pose $u = o$. D'ailleurs, en posant pour abréger $\gamma^i = \mathrm{I}$, on a

$$lP = le^{Mu} + \Sigma a_i l\left[1 + t(e^{u\mathrm{I}} - 1)\right]$$

Le premier terme donne dans les dérivées précédentes M pour la première et o pour les autres. Quant au second terme, ses dérivées ne changeront pas si l'on remplace $u\mathrm{I}$ par u, pourvu qu'on les multiplie par I, I^2, I^3, etc., $e^{u\mathrm{I}}$ et e^u devenant tous deux nuls à la limite.

Nommons donc B_1, B_2, B_3 . . . etc., les dérivées de $l(1 + te^u - t)$, quand on y pose $u = o$, puis posons

(26) $\qquad \Sigma a_i\mathrm{I}$ ou $\Sigma a_i\gamma^i = T_1$, $\Sigma a_i\gamma^{2i} = T_2$, ou $\Sigma a_i\gamma^{mi} = T_m$,

et les conditions que Q doit satisfaire consistent en ce que

$$B_1T_1 + M, \quad B_2T_2, \quad B_3T_3, \ldots B_{q-1}\, T_{q-2}$$

doivent toutes être des entiers divisibles par q.

§ 10. — Valeurs de B_1, B_2, etc.

Formons ces quantités avant la substitution de $u = o$; on aura alors

$$B_1 = \frac{te^u}{1 - t + te^u} \quad \text{ou} \quad B_1 = 1 - p,$$

en posant

$$p = \frac{1 - t}{1 - t + te^u};$$

puis

$$\frac{dp}{du} = \frac{-(1-t)te^u}{(1-t+te^u)^2} = \frac{-(1-t)(1-t+te^u)+(1-t)^2}{(1-t+te^u)^2},$$

ou

$$\frac{dp}{du} = p^2 - p;$$

par suite B_2, B_3, etc. seront toutes des fonctions entières de p. Posons de plus $p - p^2 = v$; alors $B_2 = -\frac{dp}{du} = v$, or si l'une des dérivées B_i a la forme d'une fonction de v seul, comme celle-là, en la désignant par $\varphi(v)$, et la dérivée $\frac{d\varphi(v)}{dv}$ par $\varphi'(v)$, on aura

$$B_{i+1} = \frac{d\varphi(v)}{du} = \varphi'(v) \cdot \frac{dv}{dp} \cdot \frac{dp}{du} = (2p - 1)\psi(v),$$

en posant $\psi(v) = v\varphi'(v)$; puis toutes les fois qu'une des expressions $B_{i'}$ aura comme celle-là la forme $(2p - 1)\psi(v)$, en posant $\frac{d.\psi(v)}{dv} = \psi'(v)$, on aura

$$B_{i'+1} = \frac{d.\psi(v)(2p-1)}{du} = -v\,\frac{d.\psi(v)(2p-1)}{dp} = -v\left[2\psi(v) + (2p-1)\psi'(v)(1-2p)\right],$$

et comme

$$(2p-1)(1-2p) = 4p - 4p^2 - 1 = 4v - 1,$$

il en résulte que $B_{i'+1}$ aura encore la forme $\varphi(v)$ en posant

$$\varphi(v) = v \left\{ -2\psi(v) + (1-4v)\psi'(v) \right\}.$$

Par conséquent, puisque $B_2 = v$, toutes les valeurs de B_m auront la forme $\varphi_m(v)$ si m est pair, et $(2p-1)\psi_m(v)$, s'il est impair. On formera ces expressions d'après la règle ci-dessus, ce qui donnera

$$(27)\quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi_2(v) = v, \quad \psi_3(v) = v, \quad \varphi_4(v) = v - 6v^2, \quad \psi_5(v) = v - 12v^2, \\ \varphi_6(v) = v - 30v^2 + 120v^3, \quad \psi_7(v) = v - 60v^2 + 360v^3, \\ \varphi_8(v) = v - 126v^2 + 1680v^3 - 5040v^4, \\ \psi_9(v) = v - 252v^2 + 5040v^3 - 20160v^4, \\ \varphi_{10}(v) = v - 510v^2 + 17640v^3 - 151200v^4 + 362880v^5, \\ \psi_{11}(v) = v - 1020v^2 + 52920v^3 - 604800v^4 + 1814400v^5, \text{ etc.} \end{array} \right.$$

Ensuite il faut supposer $u = o$, d'où résulte $p = 1 - t$, $v = p(1-p) = t(1-t)$, de sorte qu'il suffira dans les expressions précédentes de supposer $v = t(1-t)$, et de substituer $2p - 1 = 1 - 2t$.

§. 11. — Nouvel énoncé des conditions que q doit satisfaire.

Nous avons vu que $B_1T_1 + M$, $B_2T_2, \ldots B_{q-2}T_{q-2}$ devaient être divisibles par q; par suite $B_1, B_2 \ldots$ étant des entiers, il faut, si $m > 1$ et $< q-1$, que B_m ou T_m le soit. Si $m = 1$ nous ne pouvons tirer de ce qui précède aucune condition relative à q, M étant un entier inconnu, dont la valeur dépendrait même, comme on peut le prouver, du choix que l'on fait de la racine primitive γ. Puis T_m est toujours divisible par q quand m est pair; en effet on a

$$T_m = \sum_{i=o}^{i=q-2} a_i \gamma^{im},$$

or en rassemblant les termes correspondants $a_i\gamma^{im} + a_{i+\mu}\gamma^{(i+\mu)m}$ où l'on suppose $i < \mu$, on voit que $\mu m = \frac{q-1}{2} m$ est multiple de $q-1$, donc

$a_i\gamma^{im} + a_{i+\mu}\gamma^{(i+\mu)m} \equiv (a_i + a_{i+\mu})\gamma^{im} = \gamma^{im}$ ou $(\gamma - 1)\gamma^{im}$ suivant que a_o, etc., représentent c_o, etc., ou b_o, etc., donc

$$\mathrm{T}_m \equiv \sum_o^{\mu-1} \gamma^{im} \quad \text{ou} \quad (\gamma - 1)\Sigma\gamma^{im} \pmod{q}$$

ou

$$\mathrm{T}_m \equiv \frac{\gamma^{\mu m} - 1}{\gamma^m - 1} \quad \text{ou} \quad (\gamma - 1)\frac{\gamma^{\mu m} - 1}{\gamma^m - 1},$$

Or $\gamma^m - 1$ est non divisible par q, et $\gamma^{\mu m} - 1$ est divisible, μm étant multiple de $q - 1$. Par suite pour trouver des conditions spéciales que q doive satisfaire, nous devons employer seulement les valeurs $m = 3$, $5, 7 \ldots (q-2)$. D'ailleurs T_m a plusieurs formes différentes. Pour trouver les conditions relatives à q, posons pour un instant comme hypothèse que pour une certaine de ces valeurs de m, une au moins des valeurs de T_m dont nous venons de parler soit non divisible par q, alors B_m, c'est-à-dire $(1 - 2t)\psi_m(v)$ devra l'être. En outre nous avons supposé au commencement qu'il existait des entiers x, y, z, premiers entre eux, non divisibles par q, et tels qu'on eût $x^q + y^q + z^q = o$; or de cette relation il résulte encore les suivantes :

Comme on a

$$x^q \equiv x, \; y^q \equiv y, \; z^q \equiv z, \pmod{q}.$$

on aura aussi

$$x + y + z \equiv o,$$

d'où résulte

(28) $$x^2 + xy + y^2 \equiv x^2 + xz + z^2 \equiv y^2 + yz + z^2 \pmod{q}.$$

parce que la différence de deux de ces expressions est multiple de $x + y + z$; de même

(29) $$x^3 + y^3 + z^3 - 3xyz \equiv o \pmod{q}.$$

parce que le premier membre est divisible par $x + y + z$.

Ensuite t étant donné par l'équivalence

$$t(x + y) \equiv y,$$

on aura

$$(1 - t)(x + y) \equiv x, \quad t(1 - t)(x + y)^2 \equiv xy, \quad \text{où } t(1 - t) = v;$$

puis

$$2t(x+y) \equiv 2y, \quad (1-2t)(x+y) \equiv x-y,$$

ainsi la condition trouvée revient à ce que $(x-y)\psi_m(v)$ soit divisible par q. Mais si l'on avait employé dans tous les calculs du paragraphe précédent x et z ou y et z au lieu de x et y, on serait arrivé à des conditions analogues, et T_m restant le même, $(1-2t)\psi_m(v)$ devrait toujours être $\equiv o$ (mod. q). Donc si l'on détermine des entiers v, v', v'' par les conditions

(30) $$xy = v(x+y)^2, \quad xz = v'(x+z)^2, \quad yz = v''(y+z)^2,$$

on devra avoir à la fois

$$(x-y)\psi_m(v) \equiv o, \quad (x-z)\psi_m(v') \equiv o, \quad (y-z)\psi_m(v'') \equiv o \quad (\text{mod. } q).$$

On ne peut avoir à la fois $x \equiv y \equiv z$, car il en résulterait $3x \equiv o$, mais deux des nombres x, y, z peuvent être équivalents; supposons par exemple $y \equiv z$; alors on aura $x \equiv -2y$, et comme $x-y, x-z$ sont non divisibles, on devra avoir $\psi_m(v) \equiv o$, $\psi_m(v') \equiv o$, v et v' étant données par les équivalences $-2y^2 \equiv vy^2, -2y^2 \equiv v'y^2$, d'où $v \equiv v' \equiv -2$, d'où résulte $\psi_m(-2) \equiv o$ (mod. q).

Il ne nous reste à examiner que les cas où $x-y, x-z, y-z$ sont non divisibles par q, de sorte qu'on aura

$$\psi_m(v) \equiv o, \quad \psi_m(v') \equiv o, \quad \psi_m(v'') \equiv o.$$

Examinons le cas particulier où les trois expressions (28) seraient divisibles par q; les formules (30) deviennent alors

$$xy \equiv v(x^2+2xy+y^2) \equiv vxy, \quad \text{ou} \quad v \equiv 1,$$

on aurait de même

$$v' \equiv v'' \equiv 1, \quad \text{d'où } \psi_m(1) \equiv o.$$

Enfin supposons les expressions (28) non divisibles par q; les formules (30), en substituant $x+y \equiv -z$, etc., deviennent

(31) $$xy \equiv vz^2, \quad xz \equiv v'y^2, \quad yz \equiv v''x^2.$$

Il n'est pas possible que deux des nombres v, v', v'' soient équivalents suivant le module q. En effet, si l'on avait par exemple $v \equiv v'$, les formules (31) donneraient $xy - xz \equiv v(z^2 - y^2)$, et divisant par $y - z$ qui n'est pas multiple de q, on aurait $x \equiv -v(y + z)$, ou $x \equiv vx$, ou $v \equiv 1$, et par suite $xy \equiv (x + y)^2$, ou $x^2 + xy + y^2 \equiv o$, contre l'hypothèse. De plus en multipliant les trois formules (31), ou les deux premières on aurait $x^2y^2z^2 \equiv vv'v''x^2y^2z^2$, d'où $vv'v'' \equiv 1$, $x^2yz \equiv vv'y^2z^2$, ou $x^2 \equiv vv'yz$, ou $x^3 \equiv vv'xyz$, de même on trouverait $y^3 \equiv vv''xyz$, $z^3 \equiv v'v''xyz$, et substituant dans l'équivalence (29), on aurait $vv' + vv'' + v'v'' \equiv 3$.

Dans l'ignorance où nous sommes de la nature des nombres x, y, z, nous pouvons seulement affirmer que l'un ou l'autre de ces cas se réalisera, c'est-à-dire que : ou l'équivalence $\psi_m(v) \equiv o$ (mod. q) aura une racine égale à -2, ou elle aura une racine égale à 1, ou elle aura trois racines non équivalentes v, v', v'', satisfaisant les relations

$$(32) \qquad vv'v'' \equiv 1, \quad vv' + vv'' + v'v'' \equiv 3 \quad (\text{mod. } q).$$

Examinons en premier lieu à quelle condition cette dernière hypothèse pourrait se réaliser; il est clair qu'aucune des quantités v, v' v'' ne peut être $\equiv o$, puisque $vv'v'' \equiv 1$, par suite on peut ôter à $\psi_m(v)$ le facteur commun qui entre dans les valeurs (27); mais v, v', v'' étant non équivalentes, ces trois solutions ne peuvent exister à moins que $\frac{\psi_m(v)}{v}$ soit au moins du degré 3, c'est-à-dire quand $m =$ ou > 9. Ensuite en remplaçant pour un instant v par l'indéterminée x, on aura pour $m = 9$,

$$\frac{\psi(v)}{v} \equiv o, \quad \text{ou} \quad ax^3 - bx^2 + cx - d \equiv o,$$

ainsi q ne peut diviser a, car l'équivalence, réduite au second degré, ne pourrait avoir trois solutions qu'en étant identique, or cela n'a pas lieu puisque $d = 1$. Le premier membre divisé par $x - v$, donne un quotient entier, $ax^2 +$ etc., et un reste multiple de q, le quotient doit encore être divisible par q pour $x = v'$, ainsi en le divisant par $x - v'$, on a encore

un reste multiple de q, et un quotient entier de la forme $ax + \ldots$ qui lui-même devient divisible par q pour $x = v''$, d'où résulte

$$ax^3 - bx^2 + cx - d = a(x - v)(x - v')(x - v'') + q\,F(x),$$

où $F(x)$ est une fonction entière; cette équation étant identique par rapport à x, il en résulte

$$d \equiv vv'v'', \quad c \equiv a(vv' + vv'' + v'v''),$$

ou

$$d \equiv a, \quad c \equiv 3a, \quad \text{et par suite } c \equiv 3d \pmod{q},$$

ainsi q devrait diviser $c - 3d$ et $a - d$, ou $252 - 3 = 3 \times 83$, et $20160 - 1$, qui est premier à 3 et à 83. Donc q diviserait 1, ce qui est impossible.

Si l'on suppose $m = 11$, l'équation $\frac{\phi_m(v)}{v}$ a la forme

$$ax^4 - bx^3 + cx^2 - dx + e \equiv o \pmod{q}.$$

Si l'on suppose en premier lieu que q divise a, elle se réduit au troisième degré, et q ne peut en outre diviser b, car elle ne peut être identique, e étant $= 1$; on trouverait alors comme ci-dessus que q devrait diviser $d - 3e$, et $b - e$, ou

$$1020 - 3 = 1017 = 3^2.\ 113, \text{ et } 604800 - 1 \text{ premier à } 3$$

et en même temps

$$a \text{ ou } 1814400 = 2^7.\ 3^4.\ 5^2.\ 7,$$

ce qui est impossible. Donc il faut supposer a non divisible par q; alors on verra comme ci-dessus qu'après avoir divisé le premier membre par $(x - v)(x - v')(x - v'')$ on aura un reste multiple de q et un quotient de la forme $ax + g$, mais celui-ci devenant $\equiv o$ pour une certaine valeur $x = v'''$ pourra encore s'écrire $a(x - v''') +$ mult de q, de sorte qu'on aura identiquement

$$ax^4 - bx^3 + cx^2 - dx + e = a(x - v)(x - v')(x - v'')(x - v''') + qF(x),$$

et par suite

$$e \equiv avv'v''v''', \quad d \equiv a(vv'v'' + vv'v''' + vv''v''' + v'v''v'''),$$

ou d'après les relations (32),

$$e \equiv av''', \quad d \equiv 3av''' + a,$$

et par suite

$$a + 3e \equiv d, \quad \text{ou } 1814400 + 3 \equiv 1020,$$

c'est-à-dire que q devra diviser 1813383.

On conçoit par l'analyse précédente que si $m =$ ou > 13, on ne pourra plus dans le cas où l'on suppose v, v', v'' différentes, en conclure que q doit être diviseur d'un certain nombre. Mais pour m $=$ ou < 11, il faut encore supposer que $\frac{\psi(v)}{v} \equiv o$ soit satisfaite par $v = 1$ ou -2, ou que q divise le résultat de la substitution. On en conclura :

1° Que si q ne divise pas T_3, il doit diviser 1.

2° Que s'il ne divise pas T_5, il doit diviser 11 ou 25.

3° Que s'il ne divise pas T_7, il doit diviser 301 ou 1561.

4° Que s'il ne divise pas T_9, il doit diviser 15371 ou 181945.

5° Que s'il ne divise pas T_{11}, il divise 1813383 ou 1261501 ou 34082521.

D'ailleurs décomposant ces nombres en facteurs premiers on a

$$301 = 7 \times 43, \quad 1561 = 7 \times 223, \quad 15371 = 19 \times 809, \quad 181945 = 5 \times 36389,$$
$$1813383 = 11 \times 13 \times 3^2 \times 1409, \quad 1261501 = 683 \times 1847,$$
$$34082521 = 11 \times 41 \times 75571. *$$

* *Note sur ces nombres premiers.*

Pour vérifier que les deux plus grands de ces nombres sont premiers, posons en premier lieu $p = 36389$. On a $p = (190)^2 + (17)^2$, puis p n'est pas un cube, puisque les dizaines de la racine seraient 3, et qu'elle ne pourrait être que 33 ou 39, multiples de 3. Ce n'est pas non plus une puissance quatrième ou supérieure; donc si p est décomposable, il contient des facteurs premiers inégaux et par suite il existe une deuxième décomposition en deux carrés, de sorte que $p = x^2 + y^2$, x impair, y pair. Or p ayant la forme $8n + 5$, x la forme $8n + 1$, celle de y^2 sera $8n + 4$, et par suite $32n + 4$. De là résulte, en supprimant les formes impossibles de x^2, qu'on a :

$p \equiv 5$ (m. 32)	$y^2 \equiv 4$ (m. 32)	$x^2 \equiv 1$ (m. 32).	$x \equiv \pm 1$ (m. 16).
$p \equiv 2$ (m. 9)	$y^2 \equiv 0$ (m. 9) ou 1 (m. 3)	$x^2 \equiv 1$ (m. 3).	$x \equiv \pm 1$ (m. 3).
$p \equiv 14$ (m. 25)	$y^2 \equiv 0$ (m. 25) ou ± 1 (m. 5)	$x^2 \equiv 0$ ou 14 (m. 25)	$x \equiv 0$ (m. 5) ou ± 8 (m. 25) < 190
$p \equiv 3$ (m. 7)	$y^2 \equiv 0, 1, 2,$ ou 4 (m. 7)	$x^2 \equiv 1$ ou 2 (m. 7)	$x \equiv \pm 1$ ou ± 3 (m. 7).

Si x a la forme $25n \pm 8$, comme $x \equiv 1$(m. 8), il faut que $n \equiv \pm 1$ (m. 8), ou $n = 1$ ou 7, d'où résulte $x = 17, 33, 167, 183$; 17 est la solution déjà connue, 33 exclu comme $\equiv 0$ (m. 3), et les

§ 12. — Première réduction des conditions relatives à T_m.

D'après ce qui précède, si l'équation $x^q + y^q + z^q = o$ a des solutions en nombres entiers premiers à q, et qu'en même temps q n'ait pas l'une des valeurs particulières indiquées plus haut, l'expression T_m devra être divisible par q pour certaines valeurs impaires $m = 3$, ou 5, etc. D'une manière plus générale, nous allons admettre pour un instant que pour une valeur déterminée du nombre m, T_m doive être divisible, et pour plus de simplicité nous admettrons que m puisse être l'un quelconque des nombres 1, 2, 3 .... $(q - 2)$, quoique nous sachions que si $m = 1$ la condition correspondante n'aura point à être employée dans la pratique. Nous savons déjà que T_m est divisible si m est pair; il sera toutefois plus simple pour les transformations suivantes de ne tenir aucun compte de cette circonstance.

L'expression T_m pour une même valeur de m a un grand nombre de formes diverses; les nombres a_o, a_1 ... qui y entrent peuvent être b_o, b_1, etc. ou c_o, c_1, etc.; puis ces derniers contiennent des nombres h, h'

deux autres comme non $\equiv \pm 1$ (m. 16). Donc $x \equiv 0$ (m. 5); donc $x \equiv 15$ ou 65 (m. 80), reste à essayer 15, 65, 95, 145, 175; $15 \equiv 0$ (m. 3), $65 \equiv 2$, $145 \equiv -2$, $175 \equiv 0$ (m. 7). Reste seulement 95 qui vaut -4 (m. 11); donc on aurait $x^2 \equiv 16 \equiv 5$, $p \equiv 1$, d'où $y^2 \equiv 7$ (m. 11), ce qui est impossible.

2° Soit $p = 75571$, si q est un de ses diviseurs premiers, les exclusions se présentent d'elles-mêmes avec une facilité singulière, à cause des formes suivantes, qui se déduisent aisément les unes des autres :

$$p = (274)^2 + 495 = (273)^2 + 1042 = (272)^2 + 1587, \quad p = (275)^2 - 54 = (276)^2 - 605$$

ainsi ce facteur q aurait pour résidu -495, -1587, 54, 605. ou $-3^2.\ 5.\ 11$, $-3.\ 23^2$, 2.3^3, 5.11^2, et comme il ne peut être 3, 5, 11, 23, il aurait -5.11, -3, $(-2)(-3)$, $+5$, et par suite -2, -3, $+5$, -11; il doit donc être $\equiv 1$ ou 3 (m. 8), $\equiv 1$ (m. 3), ± 1 (m. 5), 1, 3, 4, 5, ou 9 (m. 11). En réunissant les deux premières conditions, il doit être $\equiv 1$ ou 19 (m. 24); en y joignant la troisième, on aura $q \equiv 1$, 19, 49 ou 91 (m. 120); d'ailleurs $q < 274$. Il ne reste entre ces limites que les nombres

19, 49, 91, 121, 139, 169, 211, 241, 259

et ceux qui satisfont la condition relative à 11 sont 49, 91, 169, tous non premiers.

qu'on peut choisir de diverses manières; en outre pour les uns et les autres on peut faire commencer leur suite à un rang quelconque; enfin on peut prendre pour γ diverses racines primitives. Mais si l'une de ces formes est telle que sa divisibilité par q entraîne celle de toutes les autres, nous pourrons évidemment les réduire toutes à celle-là.

On a
$$T_m = \sum_{i=o}^{i=q-2} a_i \gamma^{mi}$$

Si l'on fait commencer la suite a_o, a_1 ... à un autre terme a_f, l'expression se change en

$$a_f + a_{f+1}\gamma^m + a_{f+2}\gamma^{2m} + \ldots + a_{f+q-2}\gamma^{(q-2)m}$$

et celle-ci, multipliée par γ^{mf}, devient

$$a_f\gamma^{fm} + a_{f+1}\gamma^{(f+1)m} + \ldots + a_{f+q-2}\gamma^{(f+q-2)m};$$

or les termes où a_f, a_{f+1}, ... deviennent a_{q-1}, a_q, etc., c'est-à-dire

$$a_{q-1}\gamma^{(q-1)m} + a_q\gamma^{qm} + \text{etc.}$$

peuvent être remplacés par $a_o + a_1\gamma^m +$ etc.; en laissant de côté les multiples de q, l'expression précédente est alors la même que T_m. Par suite si l'on fait commencer a_o, a_1, ... à tout autre rang, l'expression nouvelle sera divisible par q en même temps que la première. Il suffira donc de remplacer a_o, a_1 ... par b_{q-2}, b_{q-3}, ... ou par c_{q-2}, c_{q-3}, ... en prenant pour ces expressions les valeurs (16) ou (17).

Posons ensuite $q - 1 - m = n$, de sorte que n ait les valeurs $q - 2$, $q - 3$, ... 3, 2, 1. La valeur $n = q - 2$ correspond à $m = 1$, et nous savons déjà que nous n'aurons point à l'utiliser.

En négligeant les multiples de q, nous pourrons remplacer

$$\gamma^{im} \text{ ou } \gamma^{(q-1-n)i} \text{ ou } \gamma^{(q-1)i+n(q-1-i)-n(q-1)}$$

par

$$\gamma^{(q-1)i+n(q-1-i)}$$

puis par

$$\gamma^{n(q-1-i)}$$

de sorte qu'on aura

$$T_m = a_o\gamma^{n(q-1)} + a_1\gamma^{n(q-2)} + \ldots + a_{q-2}\gamma^n,$$

ou

$$T_m = \gamma^n \{ a_{q-2} + a_{q-3}\gamma^n + a_{q-4}\gamma^{2n} + \ldots + a_o\gamma^{(q-2)n} \}.$$

Par suite si l'on pose

$$\varphi(n) = b_o + b_1\gamma^n + b_2\gamma^{2n} + \ldots + b_{q-2}\gamma^{(q-2)n}$$

$$\varphi'(n) = c_o + c_1\gamma^n + c_2\gamma^{2n} + \ldots + c_{q-2}\gamma^{(q-2)n}$$

il faut et il suffit, pour que toutes les valeurs de T_m soient divisibles par q, que celles de $\varphi(n)$ et $\varphi'(n)$ le soient.

§ 13. — Première transformation de la condition relative à $\varphi(n)$.

Si γ est une racine primitive quelconque, $\gamma + zq$, z étant un entier quelconque, en est aussi une que nous dirons déduite de la première; or on a

$$\frac{(\gamma + zq)^{q-1} - 1}{q} = \frac{\gamma^{q-1} - 1 + (q-1)\gamma^{q-2}zq + \text{mult. } q^2}{q} =$$

$$= \frac{\gamma^{q-1} - 1}{q} - z\gamma^{q-2} + \text{mult. } q.$$

Par suite parmi les racines γ déduites d'une seule, on pourra toujours, en disposant de z, en trouver de telles que $\frac{\gamma^{q-1} - 1}{q}$ soit équivalent suivant le module q à quelque nombre que ce soit; nous nommerons parmi celles-là *valeur spéciale* de γ, la plus petite de celles pour lesquelles $\frac{\gamma^{q-1} - 1}{q}$ est multiple de q.

Nous désignerons par s_n l'expression

$$s_n = 1 + \gamma_1\gamma^n + \gamma_2\gamma^{2n} + \gamma_3\gamma^{3n} + \ldots + \gamma_{q-2}\gamma^{(q-2)n};$$

soit que γ ait ou non sa valeur spéciale, en remplaçant γ_i par γ^i, on aura

$$s_n \equiv 1 + \gamma^{n+1} + \gamma^{2(n+1)} + \ldots + \gamma^{(q-2)(n+1)}, \quad \text{ou} \quad s_n \equiv \frac{\gamma^{(q-1)(n+1)} - 1}{\gamma^{n+1} - 1} \pmod{q}.$$

Donc si $n + 1 < q - 1$ ou $n < q - 2$, $s_n \equiv o$; si $n = q - 2$, tous les termes de s_n deviennent $\equiv 1$, par suite $s_{q-2} \equiv q - 1 \equiv -1$.

1° Si dans la valeur de $\varphi(n)$ on remplace γ par $\gamma + q$, l'expression nouvelle devient, en substituant les valeurs (16),

$$\frac{(\gamma + q)\gamma_{q-2} - 1}{q} + \frac{(\gamma + q) - \gamma_1}{q}(\gamma + q)^n + \frac{(\gamma + q)\gamma_1 - \gamma_2}{q}(\gamma + q)^{2n} + \text{etc.}$$

ou remplaçant $(\gamma + q)^{in}$ par γ^{in}, cette expression se réduit à

$$\varphi(n) + \{\gamma_{q-2} + \gamma^n + \gamma_1\gamma^{2n} + \ldots + \gamma_{q-3}\gamma^{(q-2)n}\},$$

ou remplaçant encore γ_{q-2} par $\gamma_{q-2}\gamma^{(q-1)n}$, elle devient $\varphi(n) + \gamma^n s_n$, et par suite si $n < q - 2$, elle est divisible par q en même temps que $\varphi(n)$.

2° Ensuite, en remplaçant b_i par $\frac{\gamma\gamma_{i-1}}{q} - \frac{\gamma_i}{q}$, on a aussi

$$\varphi(n) = \frac{\gamma}{q}\{\gamma_{q-2} + \gamma^n + \gamma_1\gamma^{2n} + \ldots + \gamma_{q-3}\gamma^{(q-2)n}\} - \frac{1}{q}s_n,$$

ajoutant et retranchant $\frac{\gamma\gamma_{q-2}}{q}\gamma^{(q-1)n}$, on aura donc

$$\varphi(n) = -\frac{1}{q}s_n + \frac{\gamma}{q}\{\gamma_{q-2}\gamma^{(q-1)n} + \gamma^n + \gamma_1\gamma^{2n} + \ldots\} + \frac{\gamma\gamma_{q-2}}{q}\{1 - \gamma^{(q-1)n}\},$$

dont le deuxième terme est la même chose que

$$\frac{\gamma}{q}\gamma^n s_n \quad \text{ou} \quad \frac{\gamma^{n+1}}{q}s_n.$$

En supposant $\frac{\gamma^{q-1} - 1}{q} = z$, et substituant dans le troisième $\gamma^{(q-1)n} = (1 + qz)^n = 1 + nzq + \text{mult. } q^2$, il devient $\gamma\gamma_{q-2}(-nz - \text{mult. } q)$. Substituant encore $\gamma\gamma_{q-2} = \gamma\gamma^{q-2} + \text{mult. } q = 1 + \text{mult. } q$, on aura

$$\varphi(n) \equiv \frac{(\gamma^{n+1} - 1)s_n}{q} - nz.$$

Si $n = q - 2$, $\gamma^{n+1} - 1 = \gamma^{q-1} - 1 = zq$, $s_n \equiv - 1$, donc $\varphi(q-2) \equiv - z - (q-2)z$ ou $\varphi(q-2) \equiv z$ (mod. q); par suite suivant le choix qu'on fera de γ, $\varphi(q-2)$ deviendra équivalent suivant le module q à quelque nombre que ce soit. Mais si $n < q - 2$, nous avons vu qu'en remplaçant γ par $\gamma + q$ et par suite par $\gamma +$ un multiple de q, la nouvelle valeur de $\varphi(n)$ devenait divisible ou non par q en même temps que la première ; par suite si nous remplaçons γ par sa valeur spéciale, comme on a $z \equiv o$ (mod. q), il en résulte $\varphi(n) \equiv \frac{(\gamma^{n+1}-1)s_n}{q}$; or $\gamma^{n+1} - 1$ est non multiple de q.

Par suite pour que l'on ait $\varphi(n) \equiv o$ il faut et il suffit qu'on ait $\frac{s_n}{q} \equiv o$ (mod. q) ou $s_n \equiv o$ (mod. q^2). Nous avons vu d'ailleurs que s_n était $\equiv o$ (mod. q). Seulement dans cette expression s_n il faut attribuer à γ sa valeur spéciale.

§ 14. — Comparaison des valeurs de $\varphi(n)$ et $\varphi'(n)$.

On a d'après les formules (17)

$$\varphi'(n) = \sum_{i=o}^{i\ q-2} \frac{\gamma_i + \gamma_{h+i} + \gamma_{h'+i}}{q} \gamma^{in}.$$

Si l'on augmente γ d'un multiple de q, les restes γ_i ne changent point, γ^{in} devient $(\gamma + \text{mult. } q)^{in} \equiv \gamma^{in}$, la nouvelle valeur de $\varphi'(n)$ est équivalente à l'ancienne. Par suite nous pouvons encore attribuer à γ sa valeur spéciale. Nous aurons alors

$$\varphi'(n) = \frac{1}{q} \Sigma\gamma_i\gamma^{in} + \frac{1}{q} \Sigma\gamma_{i+h}\gamma^{in} - \frac{1}{q} \Sigma\gamma_{i+h'}\gamma^{in}.$$

Le premier terme est $\frac{s_n}{q}$; puis comme $1 \equiv \gamma^{(q-1)n}$ (mod. q^2), nous pourrons remplacer le second par

$$\frac{1}{q} \gamma^{(q-1)n} \Sigma\gamma_{i+h}\gamma^{in},$$

ou $$\frac{1}{q}\gamma^{(q-1-h)n}\left\{\gamma_h\gamma^{hn}+\gamma_{h+1}\gamma^{(h+1)n}+\ldots+\gamma_{h+q-2}\gamma^{(h+q-2)n}\right\},$$

ou $$\frac{1}{q}\gamma^{(q-1-h)n}s_n;$$

et de même le troisième par $-\frac{1}{q}\gamma^{(q-1-h')n}s_n$;

d'où résultera

$$\varphi'(n)\equiv\frac{1}{q}\left\{1+\gamma^{(q-1-h)n}-\gamma^{(q-1-h')n}\right\}s_n\ldots.\ (\mathrm{mod.}\ q).$$

Si $n<q-2$, $\frac{s_n}{q}$ est entier et se trouve divisible par q en même temps que $\varphi(n)$: par suite si $\varphi(n)\equiv o$ (mod. q), on aura aussi $\varphi'(n)\equiv o$, mais la réciproque n'a pas lieu, le premier facteur de $\varphi'(n)$ pouvant être divisible par q. De là résulte déjà que dans les conditions relatives à T_m, il suffira de remplacer T_m par $\varphi(n)$. Si $n=q-2$ on a

$$\gamma^{(q-1-h)n}=\gamma^{(q-1-h)(q-1-1)}=\gamma^{(q-1-h)(q-1)-(q-1)+h},$$

et comme

$$\gamma^{q-1}\equiv 1\ (\mathrm{mod.}\ q^2),$$

on peut remplacer

$\gamma^{(q-1-h)n}$ par $\gamma^{(q-1-h)(q-1)+h}$ puis par γ^h, et de même $\gamma^{(q-1-h')n}$ par $\gamma^{h'}$,

et comme

$$1+\gamma^h-\gamma^{h'}\equiv o\ (\mathrm{mod.}\ q),\quad s_n\equiv -1,$$

on aura

$$\varphi'(n)\equiv-\frac{1+\gamma^h-\gamma^{h'}}{q}\ (\mathrm{mod.}\ q),$$

en donnant à γ sa valeur spéciale.

§ 15. — Réduction des diverses valeurs de $\varphi(n)$ à une seule.

Pour une même valeur de n, les conditions relatives à T_m, en supposant $m>1$, $n<q-2$ se réduisent comme on l'a vu à ce que $\varphi(n)$ soit divisible. D'ailleurs cette expression a diverses valeurs suivant le choix

que l'on fait de la racine γ. Ces expressions sont les mêmes que M. Kummer a déjà discutées et comparées aux nombres de Bernouilli. Mais cette comparaison elle-même est extrêmement simplifiée si l'on part du principe déjà démontré que $\varphi(n) \equiv o$ a lieu en même temps que $\frac{s_n}{q} \equiv o$. En effet, posons

$$\frac{\gamma^i - \gamma_i}{q} = z_i$$

quel que soit i, de sorte qu'on ait $z_o = o$.

Dans l'expression

$$s_n = \Sigma \gamma_i \gamma^{in},$$

si l'on substitue

$$\gamma_i = \gamma^i - q z_i \ ,$$

on aura

$$s_n = \Sigma \gamma^{i(n+1)} - q s_n{}' \ ,$$

en posant

$$s_n{}' = \Sigma z_i \gamma^{in} ;$$

d'ailleurs

$$\Sigma \gamma^{i(n+1)} = \frac{\gamma^{(q-1)(n+1)} - 1}{\gamma^{n+1} - 1},$$

dont le dénominateur est non divisible par q, tandis que le numérateur l'est par q^2, γ ayant sa valeur spéciale. Donc

$$s_n \equiv -q s'_n \ (\text{mod. } q^2) ;$$

d'autre part on a

$$\gamma_i \gamma^{in} = \gamma_i (\gamma^i)^n = \gamma_i (\gamma_i + z_i q)^n \equiv \gamma_i^{n+1} + nqz_i \gamma_i^n \equiv \gamma_i^{n+1} + nqz_i \gamma^{in} \ (\text{mod. } q^2),$$

d'où

$$s_n \equiv s''_n + nqs'_n \ (\text{mod. } q^2),$$

en posant

$$s''_n = \sum_{i=o}^{i=q-2} \gamma_i^{n+1} ;$$

il en résulte

$$- s''_n \equiv (n+1) q s'_n \ (\text{mod. } q^2) ;$$

par suite s''_n est divisible par q; de plus

$$q s'_n \equiv - s_n \text{, donc } s''_n \equiv (n+1) s_n \ (\text{mod. } q^2),$$

donc puisque $n+1$ est premier à q, on voit que pour que $\varphi(n)$ soit divisible par q, ou s_n par q^2, il faut et il suffit que s''_n le soit par q^2; or les valeurs successives de γ_i étant $1, 2, 3, \ldots (q-1)$ dans un autre ordre, on a

$$s''_n = 1^{n+1} + 2^{n+1} + 3^{n+1} + \ldots + (q-1)^{n+1};$$

et dans cette expression il ne reste plus aucune trace du choix que l'on avait fait de γ.

Nous pouvons encore ramener la condition relative à s''_n à une autre comme il suit : Nommons pour abréger $f(x, m)$ l'expression

$$f(x, m) = 0^m + 1^m + 2^m + \ldots + (x-1)^m,$$

dans laquelle x et m sont des entiers au moins égaux à 1. Convenons pour un instant de désigner par le signe x_i la fraction

$$\frac{x^i}{1.2.3.\ldots i};$$

cela posé, en nommant A_1, A_2, etc. des coefficients indéterminés, cherchons à leur donner une valeur indépendante de x, et telle que pour toute valeur de x, m restant constant, on ait

$$(33) \qquad \frac{f(x, m)}{1.2.3\ldots m} = A_1 x_{m+1} + A_2 x_m + A_3 x_{m-1} + \ldots + A_m x_2 + A_{m+1} x_1.$$

Si x augmente de 1, x_m se change en

$$\frac{(x+1)^m}{1.2.3\ldots m} \quad \text{ou} \quad x_m + \frac{x_{m-1}}{1} + \frac{x_{m-2}}{1.2}, + \ldots \text{etc.},$$

d'où résultera

$$f(x+1, m) = A_1\left(x_{m+1} + \frac{x_m}{1} + \ldots + \frac{x_1}{1\ldots m} + \frac{1}{1\ldots(m+1)}\right) +$$
$$+ A_2\left(x_m + \frac{x_{m-1}}{1} + \ldots + \frac{1}{1\ldots m}\right) + A_3\left(x_{m-1} + \frac{x_{m-2}}{1} + \ldots + \frac{1}{1\ldots(m-1)}\right) + \ldots$$
$$\ldots + A_m\left(x_2 + \frac{x_1}{1} + \frac{1}{1.2}\right) + A_{m+1}\left(x_1 + \frac{1}{1}\right).$$

Or on a identiquement

$$f(x+1, m) = f(x, m) + x^m,$$

d'où
$$\frac{f(x+1, m)}{1 \ldots m} = \frac{f(x, m)}{1 \ldots m} + x_m,$$

Si l'on dispose des coefficients de manière que ceux de $x_1, x_2, \ldots x_{m+1}$ soient les mêmes dans les deux membres, on trouvera

$$(34)\quad \left\{ \begin{array}{l} A_1 = 1,\ \frac{A_2}{1} + \frac{A_1}{1.2} = 0,\ \frac{A_3}{1} + \frac{A_2}{1.2} + \frac{A_1}{1.2.3} = 0, \\ \frac{A_4}{1} + \frac{A_3}{1.2} + \frac{A_2}{1.2.3} + \frac{A_1}{1.2.3.4} = 0, \\ \frac{A_i}{1} + \frac{A_{i-1}}{1.2} + \frac{A_{i-2}}{1.2.3} + \ldots + \frac{A_1}{1.2.3\ldots i} = 0. \end{array} \right.$$

La valeur de A_i ainsi déterminée est une constante absolue, indépendante de x et aussi de m, et dépendant seulement de l'indice i; et ces coefficients ainsi choisis, il suffit que l'équation (33) soit exacte pour une valeur de x pour qu'elle le soit pour $x+1$; or elle l'est bien pour $x = 1$, puisqu'elle se réduit à

$$0 = \frac{A_1}{1 \ldots (m+1)} + \frac{A_2}{1 \ldots m} + \frac{A_3}{1 \ldots (m-1)} + \ldots + \frac{A_m}{1.2} + \frac{A_{m+1}}{1},$$

qui est l'une des équations (**34**).

Or s''_n est la somme $1^{n+1} + \ldots + (q-1)^{n+1}$ ou $f(q, n+1)$, dans laquelle $n < q-2$, ou $m < q-1$, $m+1 < q$. Il est évident, d'après les équations (34), que si l'indice i est $< q$, le dénominateur de la valeur de A_i ne peut être divisible par q, car si cela est exact pour les fractions précédentes A_{i-1}, etc., il en sera de même pour A_i. Donc en remplaçant x par q dans l'équation (33), m étant $< q-1$, on voit qu'aucun des dénominateurs de $A_1, A_2, \ldots A_{m+1}$ n'est multiple de q; par suite tous les termes du second membre sauf le dernier, et par suite leur somme ont la forme $\frac{Aq^2}{A'}$, A et A' étant des entiers, et A' non divisible par q; le dernier terme étant $A_{m+1}q$, on voit que si le numérateur de A_{m+1} est multiple de q, il aura encore la même forme et il en sera de même de $f(q, m)$ ou s''_n; d'ailleurs cette forme $\frac{Aq^2}{A'}$ devant se réduire à un entier, A' divisera A, et s''_n sera multiple de q^2. Si au contraire le numé-

rateur de A_{m+1} est non divisible par q, le second membre aura la forme $\frac{Aq}{A'}$, A et A' étant premiers à q, et s_n'' ayant la même forme ne contiendra qu'un seul facteur q.

Il résulte de ce qui précède que pour que $\varphi(n)$ soit divisible par q, il faut et il suffit (en supposant $n < q - 2$) que le numérateur de A_{n+2} le soit.

Or nous avons vu que $\varphi(n)$ était divisible pour les valeurs $n = 2, 4, 6, \ldots q - 3$, donc il en sera de même des numérateurs de $A_4, A_6, A_8, \ldots$ Mais chacun de ceux-là devant être ainsi divisible par une infinité de nombres premiers supérieurs à son indice, est nécessairement nul, ce que l'on trouverait également en les déduisant des équations (34). Quant aux autres, $A_3, A_5, \ldots$ ce sont les nombres de Bernouilli. Ainsi, dans le § 11, dans les conditions relatives à $T_3, T_5, \ldots T_{11}$, l'indice m doit être remplacé par $q - 1 - n$, de sorte que les valeurs de $n + 2$ sont $q - 2, q - 4$, etc., et par suite elles consistent en ce que les numérateurs des nombres Bernouilliens de rang

$$\frac{q-3}{2}, \frac{q-5}{2}, \frac{q-7}{2}, \frac{q-9}{2}, \frac{q-11}{2},$$

doivent être multiples de q. Cette transformation des conditions relatives à T_m n'est du reste pas propre à une application pratique.

§ 16. — Transformations pratiques les plus simples des conditions précédentes

Dans les quantités c_o, c_1, etc., on peut choisir la valeur $h = o$, de sorte qu'on aura

$$c_i = \frac{2\gamma_i - \gamma_{i+h'}}{q},$$

h' étant tel que $\gamma^{h'} \equiv 2\gamma_o a \equiv 2 \pmod{q}$. Alors, comme on l'a vu au § 14, on aura

$$\varphi'(n) \equiv N \frac{s_n}{q}, \text{ où } N = 1 + \gamma^{(q-1)n} - \gamma^{(q-1-h')n}$$

de sorte qu'on aura

$$N = 2 - \gamma^{(q-1-h')n} \quad \gamma^{h'n} \equiv 2^n, \quad N2^n \equiv 2^{n+1} - 1,$$

et substituant $n = q - 1 - m$,

$$N2^n . 2^{m-1} \equiv 2^{q-1} - 2^{m-1} \equiv 1 - 2^{m-1} \pmod{q}.$$

Or comme nous n'avons à chercher dans la pratique que les valeurs de T_m correspondant à $m = 3, 5, 7, 9, 11$, on voit que pour ces valeurs-là N sera non divisible par q, à moins que celui-ci ne soit diviseur de

$$2^2 - 1,\ 2^4 - 1,\ 2^6 - 1,\ 2^8 - 1, \text{ ou } 2^{10} - 1,$$

ce qui exigerait que q fût l'un des nombres premiers

$$3, 5, 7, 11, 17, \text{ ou } 31.$$

Or comme pour ceux-là le théorème de Fermat est déjà démontré, il n'y aura point à les employer, et par suite $\varphi'(n)$ sera divisible ou non par q en même temps que $\frac{S_n}{q}$, et d'après le § 13, en même temps que $\varphi(n)$. Or la valeur de $\varphi'(n)$ est plus simple et il conviendra de l'employer au lieu de l'autre pour celle de T_m, c'est-à-dire que dans cette dernière qui était

$$T_m = a_o + a_1\gamma^m + a_2\gamma^{2m} + \ldots + a_{q-2}\gamma^{(q-2)m}$$

on devra prendre pour a_o, a_1 . . . etc. les nombres c_o, c_1, etc. comptés en sens inverse. D'ailleurs c_i est 1 ou o suivant que γ_i est $>$ ou $< \frac{1}{2}q$.

On pourra donc écrire :

$$(35) \qquad T_m = c_{q-2} + c^{q-3}\gamma_m + c_{q-4}\gamma_{2m} + \ldots + c_1\gamma_{(q-3)m} + c_o\gamma_{(q-2)m}$$

Il suffira d'ailleurs dans la pratique de former la moitié des restes γ_i, savoir de $i = o$ à $i = \frac{q-3}{2}$.

TROISIÈME PARTIE

Recherche des facteurs primitifs.

§ 17. — Préliminaires.

Nous avons vu au § 6 qu'en nommant $\theta, \theta_1, \ldots$ les facteurs primitifs d'un nombre premier p, de la forme $fq + 1$, il existait toujours un certain nombre complexe $\varphi(\alpha)$ dont la composition idéale était

$$\theta^{c_o}\theta_1^{c_1}\theta_2^{c_2} \ldots \theta_{q-2}^{c_{q-2}},$$

les valeurs de c_o, $c_1, \ldots$ étant données par la formule

$$c_i = \frac{\gamma_i + \gamma_{i+h} - \gamma_{i+h'}}{q},$$

et h, h' étant assujettis à la seule condition $\gamma^h + 1 \equiv \gamma^{h'}$ (mod. q). En posant toujours $\mu = \frac{q-1}{2}$, on sait que $c_i + c_{i+\mu} = 1$, et par suite si l'on partage les $q - 1$ facteurs θ_i en μ groupes tels que θ et θ_μ, θ_1 et $\theta_{\mu+1}$, θ_2 et $\theta_{\mu+2} \ldots \theta_{\mu-1}$ et $\theta_{2\mu-1}$, le nombre $\varphi(\alpha)$ en contient un de chaque groupe. Nous dirons que ce nombre complexe réalise la combinaison principale si les facteurs qu'il contient sont consécutifs, ou si sa composition idéale peut être représentée par $\theta_i\theta_{i+1}\theta_{i+2} \ldots \theta_{i+\mu-1}$, en admettant comme nous le ferons toujours que θ_{q-1}, θ_q, $\theta_{q+1}, \ldots$ signifient θ, θ_1, θ_2, etc. Aux diverses valeurs de n correspondent divers nombres $\varphi(\alpha)$ ou diverses combinaisons des facteurs qu'ils renferment; mais si l'un d'eux représente la combinaison principale, on trouvera toujours un nombre complexe représentant toute combinaison formée en choisissant à volonté un facteur dans chacun des μ groupes. Il suffit pour le démontrer de s'assurer que si $\varphi(\alpha)$ représente une combinaison quelconque des facteurs, on pourra trouver un nombre complexe représentant une

combinaison dans laquelle un des facteurs θ_i du premier serait remplacé par $\theta_{i+\mu}$, ou le second du même groupe. Or puisque la combinaison principale est supposée représentée, on pourra trouver deux nombres complexes ψ, ψ', dont la composition idéale soit

$$\theta_{i+1}\theta_{i+2}\ldots\theta_{i+\mu},\quad \theta_{i+\mu}\theta_{i+\mu+1}\theta_{i+\mu+2}\ldots\theta_{i+2\mu-1}.$$

Alors $\psi\psi'$ renferme tous les facteurs θ etc. chacun une fois, sauf θ_i qui n'y entre pas, et $\theta_{i+\mu}$ qui y entre deux fois. Ainsi en formant le produit $\psi\psi'\varphi(\alpha)$ qui renferme tous les facteurs, on devra trouver tous les coefficients divisibles par p, et la division faite, le résultat contiendra chaque facteur une fois de moins, par suite $\theta_{i+\mu}$ sera simplement substitué à θ_i.

Il convient donc de rechercher surtout dans quels cas on peut trouver ainsi un nombre n correspondant à la combinaison principale. Il suffit pour savoir si c_i est 1 ou o de regarder si $\gamma_i + \gamma_{i+h} >$ ou $< q$, puis on n'a besoin de former que $c, c_1 \ldots c_{\mu-1}$, les valeurs suivantes s'en déduisant en remplaçant 1 par o et o par 1 ; de la sorte la combinaison principale sera réalisée si dans les μ premières valeurs il n'y a pas plus d'une alternative entre o et 1. Voici les valeurs successives de $\gamma_1, \gamma_2 \ldots \gamma_{q-2}$ pour quelques valeurs de q :

q.	1	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	γ_6	γ_7	γ_8	γ_9	γ_{10}	γ_{11}	γ_{12}	γ_{13}	γ_{14}	γ_{15}	γ_{16}	γ_{17}
19	1	2	4	8	16	13	7	14	9	18	17	15	11	3	6	12	5	10
17	1	3	9	10	13	5	15	11	16	14	8	7	4	12	2	6		
13	1	2	4	8	3	6	12	11	9	5	10	7						
11	1	2	4	8	5	10	9	7	3	6								
7	1	3	2	6	4	5												
5	1	2	4	3														

De la sorte en prenant $h = o$, ou $n = \gamma_h = 1$, on aura les valeurs suivantes de $c, c_1, \ldots$: Pour $q = 5$: o, o; pour $q = 7$: o, o, o; pour $q = 11$: $o, o, o, 1, o$; pour $q = 13$: $o, o, o, 1, o, o$; pour $q = 17$: $o, o, 1, 1, 1, o$, etc.; pour $q = 19$: $o, o, o, o, 1, 1, o$, etc.

L'essai ne réussit que pour 5 et 7. En prenant $\gamma_h = 2$, on aura pour

$q = 11$: $o, o, 1, 1, 1$; pour $q = 13$: $o, o, o, o, o, 1$; pour $q = 17$: $o, o, o, o, 1, o$, etc.; pour $q = 19$: $o, o, o, 1, 1, 1. 1, 1, 1$.

L'essai réussit pour 11, 13, 19. Enfin en prenant $\gamma_h = n = 3$ pour $q = 17$, on aura $o, o, 1, 1, 1, 1, 1, 1$.

En conséquence nous nommerons $\varphi(\alpha)$ la valeur de $-\varphi_n(\alpha)$ donnée par la formule (10) en prenant $n = 1$ pour $q = 5$ ou 7; $n = 2$ pour $q = 11, 13$ ou 19; et $n = 3$ pour $q = 17$; celle-là réalisera la combinaison principale et de plus aura la forme $1 +$ mult. $(1 - \alpha)^2$.

Dès que $q = 23$ on ne peut réaliser cette combinaison; d'ailleurs pour cette valeur de q et les suivantes, il n'y a pas lieu en général à chercher les facteurs primitifs parce qu'ils ne sont pas en général existants, tandis qu'ils le sont toujours pour $q =$ ou < 19. Puis pour ces derniers nos formules ne sont applicables qu'aux nombres p de la forme $1 +$ mult. de q, et permettent seulement de diminuer de moitié le degré de l'équation à résoudre; nous verrons plus tard comment l'on peut compléter leur recherche et l'étendre aux autres formes de p. Mais auparavant il faut démontrer quelques propriétés des unités.

§ 18. — Propositions préliminaires relatives aux unités complexes.

Nous désignerons par $a, a_1, a_2, \ldots$ les expressions $\alpha + \alpha^{-1}$, $\alpha^{\gamma} + \alpha^{-\gamma}$, $\alpha^{\gamma^2} + \alpha^{-\gamma^2}$, $\alpha^{\gamma^3} + \alpha^{-\gamma^3}$, etc.; par c, c_1, c_2, etc., des expressions qui seront les mêmes que $a, a_1, \ldots$ quand $q = 5, 11, 13$ ou 19, mais dont la valeur sera $1 + a$, $1 + a_1$, $1 + a_2 \ldots$ quand $q = 7$ ou 17. Ces expressions sont les valeurs successives d'une unité réelle, et telles que $c_\mu = c$, $c_{\mu+1} = c_1$, $c_{\mu+2} = c_2$, etc. Nous prendrons $\gamma = 2$ pour $q = 5, 11, 13, 19$; $\gamma = 3$ pour $q = 7$ ou 17; puis pour toute unité $E(\alpha)$ formée d'un produit de puissances de celles-là, nous nommerons E, E_1, E_2, etc. ses valeurs successives, obtenues en augmentant les indices de une ou plusieurs unités. Nous aurons besoin pour ce qui suit non de leur valeur mais de

leur signe, en admettant que $\alpha = e^{\frac{2\pi}{q}\sqrt{-1}}$. On le trouvera aisément en désignant pour simplifier $\alpha^m + \alpha^{-m}$ par b_m, de sorte qu'on ait $b_{-m} = b_m$, $b_{q-m} = b_m$; alors il est clair que b_m sera négatif seulement si $m > \frac{q}{4}$, et $1 + b_m$ si $m > \frac{q}{3}$. D'ailleurs la correspondance des valeurs de a_i et de b_m est donnée par le tableau suivant :

$q = 5$	$q = 7$	$q = 17$	$q = 19$
$a = b_1$	$a = b_1$	$a = b_1$	$a = b_1$
$a_1 = b_2$	$a_1 = b_3$	$a_1 = b_3$	$a_1 = b_2$
$q = 13$	$a_2 = b_2$	$a_2 = b_8$	$a_2 = b_4$
$a = b_1$	$q = 11$	$a_3 = b_7$	$a_3 = b_8$
$a_1 = b_2$	$a = b_1$	$a_4 = b_4$	$a_4 = b_3$
$a_2 = b_4$	$a_1 = b_2$	$a_5 = b_5$	$a_5 = b_6$
$a_3 = b_5$	$a_2 = b_4$	$a_6 = b_2$	$a_6 = b_7$
$a_4 = b_3$	$a_3 = b_3$	$a_7 = b_6$	$a_7 = b_5$
$a_5 = b_6$	$a_4 = b_5$		$a_8 = b_9$

De là résultent les signes suivants de c, c_1, ... $c_{\mu-1}$.

Pour $q = 5$ . . . + —
$q = 7$ + — +
$q = 11$ + + — — —

Pour les autres il est préférable de les disposer dans un autre ordre indiqué pour chaque valeur de q par un double tableau dont le premier renferme les facteurs c_i, et le second leurs signes disposés de la même manière. Nous dirons que les facteurs ou les signes disposés sur une même colonne appartiennent à un même groupe.

$q = 13$

c	c_1	c_2
c_3	c_4	c_5
+	+	—
—	+	—

$q = 17$

c	c_1	c_2	c_3
c_4	c_5	c_6	c_7
+	+	—	—
+	+	+	—

$q = 19$

c	c_1	c_2	+	+	+
c_3	c_4	c_5	—	+	—
c_6	c_7	c_8	—	—	—

1° Nous allons démontrer que si E est formé du produit de quelques-uns des facteurs c_i à la première puissance, les valeurs de E ne peuvent être toutes de même signe à moins que tous les μ facteurs $c, \ldots c_{\mu-1}$ ne s'y trouvent, auquel cas ce signe est celui de leur produit total, qui est toujours négatif. En effet supposons constant ce signe de E sans que tous les facteurs soient employés; comme celui de $\frac{cc_1 \ldots c_{\mu-1}}{E}$ le serait aussi, il suffit de prouver l'impossibilité de l'hypothèse en admettant que le nombre de facteurs soit au plus $\frac{\mu}{2}$. De la sorte pour $q = 5$ ou 7 il en aurait 1; pour $q = 11$, au plus 2, et l'impossibilité est manifeste d'après le tableau des signes; pour $q > 11$, il convient de diminuer le nombre des essais, et pour cela considérons le premier cas où pour chaque groupe on prendrait ou tous ses facteurs ou aucun pour former E; alors dans les valeurs successives E_1, etc., chaque groupe serait remplacé simplement par le suivant, et comme leurs signes, c'est-à-dire le produit des signes qui les composent sont —, +, — pour $q = 13$; +, +, —, + pour $q = 17$; +, —, + pour $q = 19$, l'impossibilité est encore manifeste. Il faudrait donc que dans certains groupes on n'eût choisi qu'une portion des facteurs; alors le produit $E' = EE_3$ pour $q = 13$ et $E' = EE_4$ pour $q = 17$ devrait avoir toutes ses valeurs positives. Or suivant que dans un groupe on aurait pris deux facteurs ou un ou aucun pour former E, chacun entrera dans E' avec l'exposant 2 ou 1 ou *o*, et pour l'un au moins cet exposant serait 1, sans pouvoir l'être cependant pour tous, puisque alors E' serait négatif; par suite en supprimant dans E' les facteurs à exposants pairs, toujours positifs, il présenterait l'impossibilité déjà démontrée dans le premier cas.

De même pour $q = 19$, le produit $E' = EE_3E_6$ aurait pour signe constant celui de E; or suivant que dans un groupe on aurait pris trois facteurs ou deux ou un ou aucun pour former E, les trois facteurs entreraient dans E' avec l'exposant 3 ou 2 ou 1 ou *o*. En remplaçant les exposants 3 par 1 et 2 par *o*, E' aurait encore un signe constant, et comme cette nouvelle expression rentre dans le premier cas, il faut que

tous les exposants soient $= o$ ou tous $= 1$, c'est-à-dire qu'avant la substitution tous les exposants fussent pairs et E positif, ou tous impairs et E négatif.

D'ailleurs comme dans E il ne peut entrer plus de quatre facteurs on est réduit à faire les hypothèses suivantes sur les facteurs choisis pour E :

1° ou deux facteurs dans un seul groupe, et E positif,

2° ou deux facteurs dans deux groupes, et E positif,

3° ou un facteur dans chaque groupe, et E négatif.

Dans le premier cas, E, E_3, E_6 contiendraient deux facteurs d'un même groupe mais échangés entre eux et le signe changerait.

Dans le second cas, on aurait parmi les valeurs de E celle où les groupes seraient les deux premiers, et les facteurs du premier seraient c_3c_6; il faudrait alors que ceux du second fussent c_1c_4; mais alors on aurait $E = c_1c_4c_3c_6 > o$, $E_4 = c_5c_8c_7c_1 < o$.

Dans le troisième cas, si deux facteurs sont consécutifs on peut faire en sorte que ce soit c_3c_4 et le troisième pris dans le troisième groupe ne peut être que c_2; mais alors tous trois sont consécutifs et une autre valeur de E est cc_1c_2 qui est $> o$.

S'il n'y a pas deux facteurs consécutifs, quoiqu'ils soient pris dans trois groupes différents, il est aisé de voir que E ne peut être que l'une des valeurs successives de cc_2c_4; or $cc_2c_4 > o$.

2° La proposition précédente sert à démontrer qu'une unité réelle ne peut avoir toutes ses valeurs positives sans être le carré exact d'une autre unité réelle. En effet toute unité réelle est exprimable par un produit de puissances de c, c_1,... $c_{\mu-1}$, les exposants étant entiers et positifs, et il suffit de vérifier qu'il ne peut s'en trouver d'impairs; et en effet en remplaçant ceux-là par 1, et les exposants pairs par o, l'unité devrait encore avoir toutes ses valeurs positives, ce qui est impossible.

3° On peut toujours former une unité réelle dont les diverses valeurs aient des signes assignés d'avance.

En effet cherchons-en une E dont toutes les valeurs aient le même

signe sauf une seule. Pour $q = 5$ ou 7, il suffit de prendre $E = c$; pour $q = 11$, $E = cc_2$; pour $q = 13$, $E = cc_3c_4$; pour $q = 17$, $E = cc_4c_5$; pour $q = 19$, $E = cc_5c_6$; comme cela est évident d'après les tableaux suivants des signes des valeurs successives de c, puis de ceux de c_3c_4 et les suivantes, etc.

$q = 13$

c	c_3c_4
+	−
+	−
−	−
−	+
+	−
−	+

$q = 17$

c	c_4c_5
+	+
+	+
−	−
−	−
+	+
+	−
+	+
−	−

$q = 19$

c	c_5c_6
+	+
+	+
+	+
−	−
+	+
−	+
−	−
−	−
−	−

En changeant au besoin le signe de E ou la multipliant par $cc_1 \ldots c_{\mu-1}$, on fera en sorte que cette unité ait toutes ses valeurs positives sauf une négative que l'on pourra faire tomber sur le rang qu'on voudra. Par suite si l'on veut se procurer une unité dont les valeurs de rang i, i', i'', etc. soient négatives et toutes les autres positives, on en cherchera comme ci-dessus d'autres E, E′, E″ qui n'aient d'autres valeurs négatives que celles de rang i pour la première E, i' pour la deuxième E′, etc., et l'unité cherchée sera EE′E″.

§ 19. — Recherche du facteur primitif θ.

En supposant $q =$ ou < 19, nous savons qu'il existe un nombre complexe dont la norme est p; nous pouvons le nommer θ, et alors les autres facteurs primitifs θ_1, θ_2, ... seront aussi des nombres complexes tels que chacun se déduit non du précédent mais du suivant en

remplaçant α par α^r. Dans ce paragraphe nous supposerons connu un nombre complexe $\varphi'(\alpha)$ dont la composition idéale soit $\theta\theta_\mu$, et c'est au moyen de celui-là et de $\varphi(\alpha)$ dont la composition est $\theta\theta_1 \ldots \theta_{\mu-1}$ que nous devrons trouver le nombre inconnu θ. Nous verrons plus tard comment $\varphi'(\alpha)$ peut s'obtenir dans la pratique.

Il nous faut en premier lieu préparer $\varphi(\alpha)$, $\varphi'(\alpha)$ de manière qu'ils puissent bien être regardés comme égaux à $\theta \ldots \theta_{\mu-1}$ et $\theta\theta_\mu$, et non pas seulement comme ayant la même composition idéale. Il suffira pour cela, comme on va le voir, de multiplier $\varphi'(\alpha)$ par une unité convenablement choisie.

1° En substituant $\alpha = 1 - (1 - \alpha)$, toute puissance α^m prend la forme $1 - m(1 - \alpha) +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, et cela reste exact si m est négatif, car q étant divisible par $(1 - \alpha)^2$, on a $\alpha^{-m} = \alpha^{q-m} = 1 - (q - m)(1 - \alpha) +$ mult. $(1 - \alpha)^2 = 1 + m(1 - \alpha) +$ mult. $(1 - \alpha)^2$. De là résulte que les quantités a, a_1 ... ont toutes la forme $2 +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, et par suite les quantités c, c_1, c_2 ... la forme $\gamma +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, γ étant toujours $= 2$ pour $q = 5$, 11, 13, 19, et $= 3$ pour $q = 7$ ou 17.

Or le nombre complexe inconnu θ peut certainement être mis sous la forme $s + s_1(1 - \alpha) +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, s ne pouvant être divisible par q, sans quoi la norme le serait; par suite $\theta\alpha^m = s + (s_1 - ms)(1 - \alpha) +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, et si l'on dispose de m de manière que $s_1 - ms \equiv o$ (mod. q), le résultat a la forme $s +$ mult. $(1 - \alpha)^2$; enfin en le multipliant encore par c^n qui a la forme $\gamma^n +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, il sera $s\gamma^n +$ mult. $(1 - \alpha)^2$; mais on peut disposer de n de manière que $s\gamma^n \equiv 1$ (mod. q). Ainsi en nommant ψ le résultat qui a la forme $1 +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, nous voyons que ψ est le produit de θ par une unité et par suite a encore pour norme p. Toute autre forme de θ sera le produit de ψ par une unité. Nommons ψ_1, ψ_2, ... les autres valeurs de ψ, déduites comme θ_1, ... le sont de θ; posons $\psi\psi_1 \ldots \psi_{\mu-1} = \varphi''(\alpha)$; alors $\varphi(\alpha)$ et $\varphi''(\alpha)$ ont la même composition idéale; s'ils n'étaient pas égaux on aurait $\varphi(\alpha) = \varphi''(\alpha)E(\alpha)\alpha^m$, $E(\alpha)$ étant une unité réelle; mais comme on a en même temps $\varphi(\alpha)\varphi(\alpha^{-1}) = p$, $\varphi''(\alpha)\varphi''(\alpha^{-1}) = p$, il faudrait qu'on eût aussi $E(\alpha)E(\alpha^{-1}) = 1$ ou $E(\alpha)^2 =$

1, ou $\varphi(\alpha) = \pm \alpha^m \varphi''(\alpha)$, mais φ et φ'' ayant la forme $1 +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, il en résulterait $1 = \pm 1 \mp m(1 - \alpha) +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, d'où résulte que le signe $\pm$ est $+$ et que $m = o$; donc $\varphi(\alpha) = \varphi''(\alpha)$.

Toutefois on aurait encore $\varphi(\alpha) = \theta\theta_1 \ldots \theta_{\mu-1}$, en prenant pour θ une forme autre que ψ. Supposons par exemple $\theta = \psi \times E(\alpha)$, $E(\alpha)$ étant une unité réelle; alors $\theta\theta_1 \ldots \theta_{\mu-1}$ contiendra outre $\varphi''(\alpha)$ ou $\varphi(\alpha)$ le produit de μ valeurs consécutives de cette unité, produit qui devra être $+ 1$. Or pour toute unité réelle ce produit est ± 1, et pour distinguer les deux cas il suffit de remarquer que si s est la somme des coefficients des divers termes de $E(\alpha)$, cette quantité peut se mettre sous la forme $s +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, et le produit ci-dessus sera $s^\mu +$ mult. $(1 - \alpha)^2$; cette quantité étant nécessairement égale à ± 1, il suffit pour qu'elle le soit à $+ 1$, qu'on ait $s^\mu \equiv 1$ (mod. q), ou que s soit résidu de q. Moyennant cette condition, en posant $\theta = \psi.E(\alpha)$, nous pourrons regarder $\varphi(\alpha)$ comme égal au produit $\theta\theta_1 \ldots \theta_{\mu-1}$.

2° Quant à $\varphi(\alpha)$ qui doit en même temps être égale à $\theta\theta_\mu$, ou $\psi\psi_\mu E(\alpha)^2$, il faut en premier lieu qu'elle ait toutes ses valeurs réelles et positives, puisque $\psi\psi_\mu$ est le carré d'un module; alors elle sera une fonction linéaire de $a, a_1 \ldots$ et par suite de la forme $s' +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, s' étant la somme de ses coefficients; il faudra de plus que l'on ait $s' = s^2 +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, ou $s' = s^2 +$ mult. q, ou enfin, s étant déjà résidu, il faut que s' soit équivalent à une puissance quatrième suivant le module q. D'autre part ces conditions sont suffisantes. En effet supposons-les satisfaites; $\varphi'(\alpha)$ et $\psi\psi_\mu$ ayant la même composition idéale et toutes deux ayant toutes leurs valeurs réelles et positives, le rapport de la première à la seconde sera une unité réelle ayant toutes ses valeurs positives; par suite, comme nous l'avons vu au paragraphe précédent, elle sera le carré d'une certaine unité $E(\alpha)$, de sorte qu'en nommant s la somme des coefficients de celle-ci on aura $\varphi'(\alpha) = \psi\psi_\mu E(\alpha)^2$, et par suite $s' = s^2 +$ mult. $(1 - \alpha)^2$, et comme s' est équivalent par hypothèse à une quatrième puissance h^4, on aura $s^2 \equiv h^4$ (mod. q), et par suite, en remplaçant au besoin $E(\alpha)$ par $- E(\alpha)$, on pourra supposer $s \equiv h^2$; alors s étant résidu,

on pourra bien prendre pour θ le produit $\psi.E(\alpha)$, et toutes les conditions seront satisfaites.

3° Pour préparer $\varphi'(\alpha)$ de manière qu'elle remplisse les conditions précédentes, supposons en premier lieu qu'elle ne soit pas réelle, quoique d'ordinaire elle soit déterminée sous forme réelle. Alors comme multipliée par une puissance convenable α^{-m} elle doit certainement devenir réelle, de sorte qu'on doit avoir $\varphi'(\alpha).\alpha^{-m} = \varphi'(\alpha^{-1}).\alpha^{m}$, ou $\varphi'(\alpha) = \alpha^{m'}\varphi'(\alpha^{-1})$, on mettra $\varphi'(\alpha)$ sous la forme réduite

$$k_1\alpha + k_2\alpha^2 + \ldots + k_{q-1}\alpha^{q-1},$$

ce qui donnera

$$k_1\alpha + k_2\alpha^2 + \ldots + k_{q-1}\alpha^{q-1} = \alpha^{m'}(k_1\alpha^{q-1} + k_2\alpha^{q-2} + \ldots + k_{q-1}\alpha),$$

et il suffira de retrancher du second membre

$$(1 + \alpha + \alpha^2 + \ldots + \alpha^{q-1})k_{m'}$$

pour qu'il devienne une forme réduite qui doit être identique à celle du premier membre; mais alors la somme des coefficients étant la même, il en résulte

$$k_1 + k_2 + \ldots + k_{q-1} = k_1 + k_2 + \ldots + k_{q-1} - qk_{m'}, \quad \text{d'où } k_{m'} = o.$$

Dès lors, il arrivera nécessairement qu'en écrivant la suite des nombres $k_1, k_2, \ldots$ en ordre inverse et la faisant commencer à un rang convenable les nombres ainsi trouvés reproduiront la suite primitive. Il sera aisé d'apercevoir à quel rang on doit les commencer, et d'en déduire m'; puis en prenant $m = \frac{m'}{2}$ ou $\frac{m'+q}{2}$, on connaîtra l'unité α^{-m} par laquelle on doit multiplier $\varphi'(\alpha)$ pour la rendre réelle.

Cela fait, en supposant $\alpha = e^{\frac{2\pi}{q}\sqrt{-1}}$, et calculant toutes les valeurs de $\varphi'(\alpha)$, on verra si toutes sont positives, et si cela n'est pas, on la multipliera par une unité réelle ayant constamment le même signe qu'elle, unité qu'on trouvera comme au paragraphe précédent.

Enfin, cela fait, on aura nécessairement pour $\frac{\varphi'(\alpha)}{\psi\psi_\mu}$ une unité réelle, ayant tous ses termes positifs, et par suite le carré d'une unité, de sorte que $\varphi'(\alpha)$ aura bien la forme s^2 + mult. $(1-\alpha)^2$; il faut de plus que s^2 soit équivalent à une quatrième puissance; mais si elle ne l'est pas $s^2\gamma^2$ le sera, et on n'aura qu'à remplacer $\varphi'(\alpha)$ par $c^2\varphi'(\alpha)$ pour compléter les conditions nécessaires.

4° Cette préparation terminée, on pourra tirer de $\varphi(\alpha)$, $\varphi'(\alpha)$ par des substitutions d'exposants tous les produits de la forme $\theta_i\theta_{i+1}\ldots\theta_{i+\mu-2}$, $\theta_i\theta_{i+\mu}$. Par suite si $q=5$, on connaîtra $\theta\theta_1$, $\theta\theta_3$, $\theta\theta_2$, et en les multipliant on aura la valeur de $\theta^2\times\theta\theta_1\theta_2\theta_3$, ou $p\theta^2$; d'où l'on déduira θ^2, les coefficients du produit devant tous être divisibles par p quand on le met sous la forme réduite. On pourra alors ajouter θ^2, $\theta\theta_1$, $\theta\theta_3$, $\theta\theta_2$, ce qui donnera $\theta(\theta+\theta_1+\theta_2+\theta_3)$ dont le second facteur est un entier; supprimant donc le commun diviseur du coefficient du résultat mis sous forme réduite, on aura θ.

Si $q>5$, on connaîtra de même $\theta\theta_1\ldots\theta_{\mu-1}$, $\theta_{\mu+1}\theta_{\mu+2}\ldots\theta$, et $\theta\theta_\mu$; en les multipliant on aura $\theta^2\times\theta\theta_1\ldots\theta_{2\mu-1}$ ou θ^2p, et par suite θ^2; de la valeur de celle-ci on déduira θ_μ^2, et par suite $\theta^2+\theta_\mu^2+2\theta\theta_\mu$ ou θ'^2 en posant $\theta+\theta_\mu=\theta'$; on en déduira de même $\theta_1'^2$, $\theta_2'^2$, ... en posant $\theta_1'=\theta_1+\theta_{\mu+1}$, $\theta_2'=\theta_2+\theta_{\mu+2}$, etc. Toutes ces quantités θ'^2, $\theta_1'^2$, ... se trouveront nécessairement réelles et positives; on extraira numériquement leurs racines carrées r, r_1, r_2 ... et l'on aura $\theta'=\pm r$, $\theta_1'=\pm r_1$ ... Pour déterminer le signe, on remarque que $\theta'+\theta_1'+\ldots+\theta'_{\mu-1}$ est un entier, ce qui fera connaître les signes au moyen de quelques essais. Si par exemple $q=17$, on formera la somme et la différence de r et r_1, celles de r_2 et r_3, celles de chacun des deux premiers nombres associés à chacun des deux derniers; de sorte que toute somme algébrique de r, r_1, r_2, r_3 pris avec quelque signe que ce soit, coïncide au signe près avec l'un de ces huit résultats. On fera de même pour r_4, r_5, r_6, r_7, puis il arrivera nécessairement qu'un des huit nombres de la première suite, et un de ceux de la seconde auront leur partie décimale ou égale ou complémentaire.

Les signes étant connus, et par suite les valeurs de $\theta', \theta_1', \ldots \theta'_{\mu-1}$, on remarque que ces quantités ont toutes la forme

$$\begin{aligned}\theta' &= xa + x_1a_1 + x_2a_2 + \ldots + x_{\mu-1}a_{\mu-1}\\ \theta_1' &= xa_1 + x_1a_2 + \ldots\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ \theta'_{\mu-1} &= xa_{\mu-1} + x_1a + \ldots\end{aligned}$$

où $x, x_1, \ldots$ sont des entiers inconnus; et l'on en déduira aisément les valeurs suivantes qui doivent toutes être entières.

$$-x = \frac{(2-a)\theta' + (2-a_1)\theta_1' + \ldots + (2-a_{\mu-1})\theta'_{\mu-1}}{q}$$

$$-x_1 = \frac{(2-a_1)\theta' + (2-a_2)\theta_1' + \ldots}{q}, \text{ etc.}$$

De la sorte on connaîtra θ' sous forme complexe.

On formera alors le produit

$$\theta_1'\theta_2' \ldots \theta'_{\mu-1} = \theta'',$$

de sorte que $\theta'\theta''$ doit être un entier.

On formera ensuite le produit

$$(\theta^2 + \theta\theta_\mu)\theta'' \quad \text{ou} \quad \theta\theta'\theta'',$$

et il suffira de supprimer les communs diviseurs de ses coefficients pour en déduire θ.

§ 20. — Complément de la recherche précédente.

Il nous faut pouvoir trouver $\varphi'(\alpha)$ dans chaque cas, et de plus étendre la recherche des facteurs primitifs à ceux des nombres premiers p qui par rapport à q appartiendraient à un exposant f autre que 1. On peut d'ailleurs démontrer pour ces derniers qu'il existe toujours une fonction des périodes de nombre $\frac{q-1}{f}$, dont la norme par rapport aux périodes

est exactement p. Si $f = q - 1$, il n'y a qu'un seul facteur, qui est p lui-même. Si $f = \frac{q-1}{2}$ ou μ, le facteur a la forme $x + ys$, où x, y sont des entiers et s une des périodes de nombre 2. L'autre étant s_1, on sait que $s + s_1 = -1$, $(s - s_1)^2 = +q$ ou $-q$ suivant que $q \equiv 1$ ou 3 (mod. 4), et par suite l'équation à satisfaire, savoir

$$(x + ys)(x + ys_1) = p,$$

se réduit à

$$x^2 - xy - \frac{\mu}{2} y^2 = p$$

ou

$$x^2 - xy + \frac{\mu + 1}{2} y^2 = p,$$

c'est-à-dire au second degré. Le cas où $f = 2$ se réduit à résoudre une équation de degré μ, et il en est de même de la recherche de $\varphi'(\alpha)$ nécessaire pour résoudre le cas où $f = 1$; de la sorte les recherches précédentes aboutissent seulement pour ce cas à diminuer de moitié le degré de l'équation qui serait $q - 1$. Il est ainsi ramené au second degré si $q = 5$, et nous en simplifierons l'emploi au paragraphe suivant. Mais si $q > 5$, il ne peut exister que des méthodes de tâtonnement que nous allons indiquer sommairement.

Nommant $\frac{q-f}{f} = e$, soient $s, s_1, \ldots s_{e-1}$ les périodes de nombre e; les facteurs primitifs dont le produit doit être p seront

$$x + ys + zs_1 + \ldots + ts_{e-2}, \quad x + ys_1 + zs_2 + \ldots, \text{ etc.}$$

$x, y, \ldots t$ étant e entiers inconnus. On déterminera les nombres entiers $U, U_1, \ldots U_{e-1}$ qui servent à constater l'existence d'un facteur de p, et l'on choisira $x, y, \ldots t$ à volonté, de manière qu'ils aient la plus petite valeur numérique possible, et que l'une des fonctions linéaires de ces lettres représentée par

$$x + yU + zU_1 + \ldots + tU_{e-2}, \quad x + yU_1 + zU_2 + \ldots + tU_{e-1}, \text{ etc.}$$

soit divisible par p, et ce qu'il y a de plus simple en général, de manière

que l'une d'elles soit nulle. On répétera les essais jusqu'à ce que la norme correspondante se trouve bien égale à p.

Pour $q = 7$, par exemple, f étant 2 il faudra qu'on ait

$$(x + ys + zs_1)(x + ys_1 + zs_2)(x + ys_2 + zs) = p,$$

et comme on a

$$ss_1 = s_1 + s_2, \quad s^2 = 2 + s_2,$$

cette équation peut s'écrire ainsi sous forme entière

$$x^3 - x^2y - x^2z - 2xy^2 - 2xz^2 + 3xyz + y^3 + z^3 - 4y^2z + 3yz^2 = p,$$

ou

$$x(x + y + z)(x - 2y - 2z) + (y + z)^3 + 7(x - y)yz = p.$$

Puis si $f = 1$, on aura alors à chercher six nombres $u, u_1 \ldots u_5$, dont le premier est tel que $u^7 \equiv 1$ (mod. p) sans que $u \equiv 1$, et les suivants s'en déduisent par la relation $u_{i+1} \equiv u_i^3$ (mod. p); on devra alors opérer comme pour $f = 2$ en prenant

$$\mathrm{U} = u + u_3 \quad \mathrm{U}_1 = u_1 + u_4, \quad \mathrm{U}_2 = u_2 + u_5.$$

Seulement le facteur $\varphi'(\alpha)$ étant obtenu, il faudra en tirer θ comme au paragraphe précédent.

§ 21. — Cas où $q = 5$.

L'équation à résoudre en nombres entiers est dans ce cas

$$(x + ya)(x + ya_1) = p, \quad \text{ou} \quad x^2 - xy - y^2 = p.$$

Nous savons d'avance, p ayant la forme $5n \pm 1$, qu'elle doit avoir des solutions, ce qu'on pourrait d'ailleurs démontrer par la théorie des formes binaires; mais cette existence une fois constatée, on résoudra par un procédé plus simple. Avant de l'exposer, nous devons faire les remarques suivantes :

1° L'équation

$$t^2 - 5u^2 = 4p$$

a aussi des solutions, puisqu'il suffit de prendre

$$t = 2x - y, \quad u = y.$$

Or si α, β sont une solution particulière, t et u une autre quelconque différente de celle-là, on pourra prendre

$$t = \pm \alpha, \quad u = \pm \beta,$$

mais pour d'autres valeurs, u^2 et β^2 étant différentes, il en sera de même de

$$\frac{t^2}{u^2} = 5 + \frac{4p}{u^2}, \quad \frac{\alpha^2}{\beta^2} = 5 + \frac{4p}{\beta^2},$$

et par suite

$$\alpha^2 u^2 - t^2 \beta^2$$

ne sera pas nulle; $4p$ divise cette expression ou

$$(\alpha u + \beta t)(\alpha u - \beta t),$$

comme d'ailleurs t et u sont pairs ou impairs en même temps, et α et β aussi, $\alpha u \pm \beta t$ est pair, et en choisissant convenablement le signe, on pourra poser

$$\frac{\alpha u \pm \beta t}{2p} = g,$$

g étant un entier. D'ailleurs on a

$$(t^2 - 5u^2)(\alpha^2 - 5\beta^2) = 16p^2, \quad \text{ou} \quad (\alpha t \mp 5\beta u)^2 - 5(\alpha u \pm \beta t)^2 = 16p^2.$$

Donc en posant aussi

$$\frac{\alpha t \mp 5\beta u}{2p} = f,$$

on aura

$$f^2 - 5g^2 = 4,$$

et f sera entier. On a d'ailleurs

$$f + g\sqrt{5} = \frac{(\alpha \pm \beta\sqrt{5})(t + u\sqrt{5})}{2p}, \quad (f + g\sqrt{5})(\alpha \mp \beta\sqrt{5}) = \frac{4p(t + u\sqrt{5})}{2p},$$

d'où résulte que toutes les solutions seront données au moyen d'une seule α, β, par la double formule

$$t + u\sqrt{5} = (\alpha + \beta\sqrt{5})\,\frac{f + g\sqrt{5}}{2}, \quad t + u\sqrt{5} = (\alpha - \beta\sqrt{5})\,\frac{f + g\sqrt{5}}{2},$$

en prenant pour f, g, toutes les solutions de $f^2 - 5g^2 = 1$.

2° Démontrons l'existence d'une solution satisfaisant certaines conditions de limitation. En supposant la solution α, β, en nombres positifs, on voit que la première formule, en prenant $f = 3$, $g = -1$, en donne une autre, où

$$u = \frac{3\beta - \alpha}{2};$$

Or comme
$$\frac{t^2}{u^2} = 5 + \frac{4p}{u^2},$$

$\frac{t}{u}$ augmente numériquement quand u diminue. Or si $\alpha < 3\beta$, comme en même temps $\alpha > \beta\sqrt{5} > 2\beta$, on voit qu'on aura numériquement $u < \beta$; par suite en répétant cette déduction en prenant la nouvelle solution pour α et β, on en trouvera de plus en plus petites numériquement jusqu'à ce qu'on ait $\alpha =$ ou $> 3\beta$, mais on ne peut avoir $\alpha = 3\beta$, puis si $\alpha > 3\beta$ et en même temps $\alpha < 5\beta$, on voit encore que u ou $\frac{3\beta - \alpha}{2}$, maintenant négatif est numériquement $< \beta$. On pourra donc encore trouver des solutions de plus en plus petites jusqu'à ce que l'on ait $\alpha > 5\beta$, car il est impossible que $\alpha = 5\beta$.

Or suivant que l'on aura

$$\beta < \text{ou} > \frac{\alpha}{5},$$

on aura aussi

$$4p \text{ ou } \alpha^2 - 5\beta^2 > \text{ou} < \alpha^2 - \frac{\alpha^2}{5}, \qquad \text{ou} \quad \alpha < \text{ou} > \sqrt{5p}.$$

Il existe donc une solution pour laquelle

$$\alpha < \sqrt{5p} \text{ mais } > \sqrt{4p},$$

et en même temps
$$\beta < \frac{\alpha}{5} < \sqrt{\frac{p}{5}}.$$

Mais il n'y en aura qu'une; en effet si α', β' en était une seconde, $4p$ diviserait $\alpha^2\beta'^2 - \beta^2\alpha'^2$, et par suite $2p$ devrait diviser l'un des facteurs $\alpha\beta' \pm \beta\alpha'$, puisqu'ils sont pairs; or cela est impossible, parce que

$$\alpha < \sqrt{5p}, \quad \beta' < \sqrt{\frac{p}{5}},$$

d'où $\alpha\beta' < p$, et de même $\beta\alpha' < p$.

Or cette solution, la plus petite de toutes, peut se trouver par un nombre d'essais beaucoup moindre qu'il n'en faudrait par la théorie des formes. Nous la nommerons spécialement T, U, et l'on aura à essayer pour T tous les entiers compris entre $\sqrt{4p}$ et $\sqrt{5p}$; il faudra pour chacun voir si $\frac{T^2-4p}{5}$ est un carré exact. Mais on peut en exclure de suite une partie, en remarquant que si p a la forme $4n+1$, T ne peut être divisible par 4; si p a la forme $4n+3$, T ne peut être double d'un nombre impair; puis T ne peut être divisible par 5; il doit avoir l'une des formes $5n \pm 1$ ou $5n \pm 2$, suivant que p a la forme $5n-1$ ou $5n+1$; et même le reste de p suivant le module 25 donne immédiatement six nombres à l'un desquels T doit être équivalent suivant ce module. Ces remarques se déduisent aisément de l'équation

$$T^2 - 5U^2 = 4p,$$

et l'on en tirerait d'autres modes d'exclusion suivant les modules 3, 9, 7, 11, etc.

Ensuite t et u seront donnés par la formule

$$t+u\sqrt{5} = (T \pm U\sqrt{5})\frac{f+g\sqrt{5}}{2},$$

mais si l'on fait abstraction des cas où $g = o$, on a

$$\frac{f^2}{g^2} = 5 + \frac{4}{g^2} = \text{ou} < 9, \quad f = \text{ou} < 3g;$$

si donc on veut trouver seulement les valeurs positives de t, u, comme toutes sont des expressions de la forme

$$t = \frac{Tf \pm 5gU}{2}, \quad u = \frac{Tg \pm Uf}{2},$$

et que le terme Tf ou Tg l'emporte sur l'autre, il faut prendre f et g positives; alors on a

$$\frac{f+g\sqrt{5}}{2} = \left(\frac{3+\sqrt{5}}{2}\right)^m,$$

m étant un entier quelconque. Par suite les solutions seront composées des deux suites données par les formules suivantes :

1re suite :

$$t + u\sqrt{5} = (T + U\sqrt{5})\left(\frac{3+\sqrt{5}}{2}\right)^m, \quad m = 0, 1, 2, \ldots$$

2me suite :

$$t + u\sqrt{5} = (T - U\sqrt{5})\left(\frac{3+\sqrt{5}}{2}\right)^m, \quad m = 1, 2, 3, \ldots$$

Et on pourrait prouver qu'en les rangeant par ordre de grandeur numérique les solutions devraient être prises tour à tour dans les deux suites, la plus simple après T, U étant T', U', qui sont données par la formule

$$T' + U'\sqrt{5} = (T - U\sqrt{5})\left(\frac{3+\sqrt{5}}{2}\right), \qquad T' = \frac{3T - 5U}{2}.$$

On trouvera par ce qui précède toutes les solutions de

$$x^2 - xy - y^2 = p,$$

car il est clair qu'à chacune d'elles en correspond une de

$$t^2 - 5u^2 = 4p,$$

telle qu'on ait

$$x = \frac{t+u}{2}, \quad y = u.$$

Si donc on cherche un facteur primitif d'un nombre premier p appartenant à l'exposant 2, ou de la forme $5n - 1$, on aura la solution la plus simple en prenant

$$\frac{T-U}{2} - Ua.$$

Mais s'il a la forme $5n + 1$, le facteur $x + ya$ désigne $\varphi'(\alpha)$. Il doit avoir ses valeurs positives, et comme leur produit est p, il suffit que leur somme $2x - y$ soit positive; puis il faut que la somme $x + 2y$ des

coefficients soit équivalente à une quatrième puissance ou de la forme $5n + 1$. Substituant

$$x = \frac{t + u}{2}, \quad y = u,$$

ces conditions reviennent à ce que t soit positif et de la forme $5n + 2$; on choisira donc $t = \mathrm{T}$ s'il a la forme $5n + 2$; mais si c'est $5n - 2$, on prendra $t = \mathrm{T}'$, qui alors aura certainement cette forme, comme il est aisé de le conclure de sa valeur

$$\frac{3\mathrm{T} - 5\mathrm{U}}{2}.$$

On aura ainsi le nombre $\varphi'(\alpha)$ sous sa forme la plus simple.

ERRATA

Page 1,	8me	ligne	en	remontant,	au	lieu	de	nombres	lisez nombre
» 25,	2me	»	»	descendant,	»	»	»	$B_{q-1}T_{q-2}$	» $B_{q-2}T_{q-2}$
» 30,	6me	»	»	»	»	»	»	$d \equiv vv'v''$	» $d \equiv avv'v''$
» 31,	8me	»	»	remontant,	»	»	»	x la forme	» x^2 la forme
» 42,	3me	»	»	»	»	»	»	$c^{q-3}\gamma_m$	» $c_{q-3}\gamma_m$

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
Tome XXXII. 2me partie. — N° 8.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR L'APPAREIL VÉGÉTATIF DES

PHRYMACÉES, STILBOÏDÉES, CHLOANTHOÏDÉES
ET
MYOPORACÉES

PAR

John BRIQUET, Dr ès sc.
CONSERVATEUR DE L'HERBIER DELESSERT
DIRECTEUR DU JARDIN BOTANIQUE DE GENÈVE
PRIVAT-DOCENT A L'UNIVERSITÉ

GENÈVE
IMPRIMERIE REY & MALAVALLON
Précédemment Aubert-Schuchardt
18, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18
1896

PRÉFACE

Attaché depuis six années à l'un des grands herbiers d'Europe, l'Herbier Delessert, les besoins du classement font passer journellement devant nos yeux des organisations curieuses et des structures nouvelles. Le plus souvent, le temps manque pour les examiner, d'autres objets sollicitent l'attention et empêchent que les questions soulevées ne reçoivent une solution. Cependant, de temps à autre, nous avons pris note des faits les plus frappants pour y revenir plus tard avec loisir.

C'est ainsi que sont nés les mémoires que nous réunissons maintenant. Ils constituent ce qu'il y a de plus homogène et de plus complet parmi les notes diverses prises durant ces six années et développées pendant nos moments de liberté.

On remarquera que tous ces articles se rapportent à la morphologie et à l'anatomie de groupes de Gamopétales voisins des Labiées. C'est que l'étude des affinités de cette grande famille exige impérieusement la connaissance des Labiatiflores voisines encore si peu explorées. Il était dès lors naturel que nos recherches fussent plus complètes sur ces

groupes que sur tous les autres ; aussi est-ce avec celles-ci que nous commençons la publication d'études destinées à être continuées de la même manière dans la suite.

Les mémoires d'anatomie pèchent le plus souvent par deux défauts. Tantôt les auteurs font une monographie purement anatomique ; ils se bornent ensuite à mettre en évidence dans les conclusions les faits qui intéressent la botanique générale. Souvent ces auteurs ont la prétention d'avoir acquis des résultats systématiques, mais ils ne font rien pour faciliter la connaissance de ces résultats aux systématistes. Ceux-ci se noient dans un océan de détails histologiques qui ne sont ni classés systématiquement, ni résumés d'une façon accessible aux non-initiés, désireux d'obtenir des renseignements le plus vite et le plus simplement possible. Tantôt, cas plus rare, les auteurs font de l'anatomie systématique pure, sans entrer dans les détails que mériteraient certains faits d'intérêt général et qui font déprécier la valeur de leur travail auprès des anatomistes « d'école. »

Nous pensons que ces deux tendances sont justifiées, et qu'elles ne s'excluent nullement l'une l'autre. Nous avons essayé de répondre simultanément aux désidérata des anatomistes et des systématistes. Chacun de nos mémoires est une monographie morphologique ou anatomique, entrant dans tous les détails généraux ou spéciaux que l'on est en droit de trouver dans un travail de ce genre. Mais outre cela, chaque monographie est suivie d'une partie systématique dans laquelle, sous une forme aussi linnéenne que possible, on trouve un résumé des caractères du groupe étudié et un synopsis analytique des traits distinctifs de ses représentants.

Nous croyons pouvoir recommander ce mode d'exposé à tous ceux qui pensent qu'il ne suffit pas qu'un travail original soit publié pour être utile à la science, mais que l'auteur a aussi le devoir de le présenter de telle sorte qu'il puisse être utilisé par tous les botanistes, quelle que soit leur spécialité. Il nous semble que l'avenir réservé à l'anatomie, au point de vue systématique, dépend en bonne partie de la forme que l'on

donnera à l'exposé de ses résultats. C'est rendre un service à cette science que d'attirer dès maintenant l'attention de ses adeptes sur l'importance qu'il y a à soigner et à rendre de plus en plus méthodique cette partie de leur travail.

Indépendamment de résultats systématiques intéressants, les recherches que nous livrons aux botanistes font connaître des faits nouveaux d'un intérêt très général, soit aux points de vue anatomique et morphologique, soit au point de vue purement histologique. Nous mentionnerons en particulier nos recherches sur les macroptères des Chloanthoïdées et leur valeur morphologique, celles sur le liber interne des Oftiées, et celles concernant la genèse et le mode de fonctionnement des poches sécrétrices schizo-lysigènes chez les Myoporacées. Ces divers points ont fait l'objet de communications préliminaires présentées à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève[1] et adressées à l'Académie des sciences de Paris[2]. Nous les mentionnons ici une fois pour toutes, pour n'y pas revenir dans le texte de nos divers mémoires.

Laboratoire de Botanique générale de l'Université de Genève.

J. Briquet.

Nota. — Cet ouvrage envoyé le 30 octobre 1895 au concours annuel de la Faculté des sciences de l'Université de Genève a obtenu le prix Davy.

[1] Sur l'anatomie comparée de l'appareil végétatif de plusieurs groupes de Gamopétales *(Arch. des sc. phys. et nat.,* 4[me] pér., vol. I, 1896); en tirage à part dans le *Bull. du Lab. de Bot. gén. de l'Université de Genève,* I, p. 7.

[2] Sur les poches sécrétrices schizo-lysigènes des Myoporacées *(Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris,* vol. CXXXIII, p. 515-517, 1896).

TABLE DES MATIÈRES

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR L'APPAREIL VÉGÉTATIF DES

PHRYMACÉES, STILBOÏDÉES, CHLOANTHOÏDÉES ET MYOPORACÉES

I

PHRYMACÉES

Introduction. — A la suite d'une revision de la famille des Verbénacées, que nous avons publiée récemment dans les *Natürliche Pflanzenfamilien* de MM. Engler et Prantl, nous avons été amené à séparer le genre *Phryma* des Verbénacées, pour en faire une petite famille voisine d'une part des Verbénacées, d'autre part des Sélaginacées et des Myoporacées[1]. Cette distinction, qui avait déjà été faite par Schauer[2], n'avait pas été admise par Bentham[3]. Renvoyant pour une justification de notre manière de voir au travail indiqué, où l'on trouvera des descriptions de l'appareil floral, nous voudrions compléter ici notre exposé par quelques

[1] Briquet, dans Engler und Prantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien,* IV. Teil, Abteilung 3b, p. 361 et 362.

[2] Schauer in DC. *Prodromus,* XI, p. 520 (ann. 1847).

[3] Bentham, in Bentham et Hooker, *Genera plantarum,* II, p. 1137.

recherches sur l'organisation de l'appareil végétatif. Ces recherches étaient intéressantes à entreprendre, vu les affinités multiples des Phrymacées et la position isolée qu'occupe cette petite famille parmi les Gamopétales.

Morphologie externe. — Le *P. leptostachya* est une herbe dont la tige érigée et droite porte de nombreux rameaux ascendants-érigés. Les racines sont allongées et fibreuses. Les entrenœuds, courts à la base de la tige, atteignent dans la partie moyenne et sur de grands exemplaires une longueur de 10 cm. et plus. Les feuilles sont régulièrement opposées aux nœuds et pétiolées. Le pétiole, court dans les feuilles sises sous l'inflorescence, atteint dans les feuilles moyennes une longueur de 1,5-5 cm. Le limbe est assez variable; ové-elliptique ou ové-lancéolé, il se termine par une pointe acuminée, et débute ordinairement par une base tronquée-arrondie. La superficie du limbe est un élément encore moins stable que la forme. Les limbes luxuriants atteignent une surface de 14 × 10 cm., tandis que dans une race naine, dénommée par Rafinesque *Phryma parvifolia* Raf.[1], les limbes les plus grands ne dépassent pas 4 × 2,5 cm. L'épaisseur des limbes est excessivement faible; seule la variété déjà signalée possède un limbe un peu plus épais et plus rugueux. La nervation est pennée, simple; les nervures faisant très peu saillie à la face inférieure. La nervation consiste en dents crénelées ou en créneaux, ordinairement convexes en dedans et en dehors, à sommets obtus. La dimension des dents est assez variable; en général les sommets hauts de 2-5 mm. sont séparés par une distance de 5-8 mm. Cependant nous avons vu des exemplaires luxuriants, provenant de cultures, chez lesquels les limbes étaient incisés-crénelés, à incisions hautes de 10-12 mm. Dans une variété inédite récoltée par Rafinesque[2] les feuilles

[1] Rafinesque inéd. in herb. Delessert. L'échantillon porte l'étiquette suivante de la main de Rafinesque: « 87. Phryma parvifolia R. — An Var.? Phr. leptost.? — E. Mts. Allegh. ».

[2] Nous saisissons cette occasion pour indiquer rapidement les variétés à nous connues du *P. leptostachya*.

α. var. genuina Briq. — Planta elata, ramosa. Caulis robustus, elongatus, internodiis prælongis. Folia ovata, apice acuminata, basi rotundato-truncata, membranacea, tenuia, petiolo elongato ad 8 cm. longo prædita, superficie circa 10 × 6 cm.; serratura constans ex dentibus crenatis, extus et intus convexis, culminibus rotundato-obtusis 2-3 mm. altis et ad 10 mm. distantibus.—In tota area speciei.

β. var. inciso-crenata Briq. — A varietate præcedente differt foliorum limbo multo majore, superficie ad 15 × 10 cm., basi subcordato, petiolo valde elongato ad 5 cm. longo; serratura, quæ in planta nostra ex crenis limbum profunde incidentibus ad 10 mm. altis constat. — Olim in horto cl. Ventenatii culta (h. Delessert).

γ. var. lanceolata Briq.— Herba mediocris, simplex vel parum ramosa. Caulis debilior, internodiis minus elongatis. Folia oblongo-lanceolata, apice ± acuminata, basi cuneato-extenuata, tenuia, membranacea, superficie 7-8 × 3-4 cm.; serratura constans ex dentibus repandis, intus rectis, extus

sont à la fois dentées et lancéolées. En dehors des variations indiquées, il convient de citer le fait que les feuilles basilaires ont une forme différente des feuilles caulinaires. Ces feuilles sont très élargies, plus larges que longues; elles sont plutôt denticulées que crénelées, et naturellement beaucoup plus petites que les caulinaires. Rafinesque qui avait observé ce détail sur un échantillon avait cru devoir le distinguer comme variété spéciale[1]. Mais c'est là une particularité commune à tous les individus de l'espèce.

Mentionnons encore comme particularités la présence de sillons longitudinaux sur les entrenœuds supérieurs et le fait que la zone d'accroissement intercalaire des entrenœuds est localisée à la base de ceux-ci, ainsi que cela est du reste le cas chez un grand nombre de Labiées et de Verbénacées.

Racine. — Nous n'avons pas pu nous procurer de racine terminale du *Phryma*. En revanche nous avons examiné de nombreuses radicelles et des racines latérales. Celles-ci ont un cylindre central à organisation polyarche, sans qu'il y ait de constance dans le nombre des taches de trachées initiales. Nous avons vu des cylindres centraux pentarches, hexarches et heptarches; la quantité des faisceaux nous a paru être en relation avec le calibre de la racine. Les faisceaux ligneux et les faisceaux libériens sont tous les deux larges et entourent une moelle abondante à éléments relativement gros et délicats. Les faisceaux sont séparés de l'endoderme par une mince couche de parenchyme péricyclique. L'endoderme est relativement peu différencié; ses petits éléments montrent cependant nettement les points de Caspary. L'écorce volumineuse garde longtemps les cellules de son parenchyme alignées en files radiales; les 2 ou 3 assises extérieures ont des éléments plus petits et se subérisent rapidement.

Le passage de la structure primaire à la structure secondaire s'opère de bonne heure suivant les lois connues de l'accroissement secondaire des racines.

Hypocotyle. — Le manque de plantules qui nous a privé de racines primaires, nous a empêché du même coup d'étudier l'hypocotyle primaire. Quant à l'hypoco-

concaviusculis vel subrectis, culminibus obtusis 1-3 mm. altis et 3-7 mm. distantibus. — In civitate Arkansas (Rafinesque in h. Delessert); Pennsylvania (h. Delessert).

δ. *var. parvifolia* (Raf.) Briq. — Herba minor, parum ramosa. Caulis debilior, internodiis minus elongatis. Folia ovato-oblonga, apice breviter acuta vel subobtusa, basi rotundata, crassiora, nervis subtus magis evidentibus, superficie 3-3,5 × 2-2,5 cm., petiolo ad 1 cm. longo; serratura constans ex crenis intus et extus convexis, culminibus obtuso-rotundatis 1-2 mm. altis et 3-6 mm. distantibus. — In Americæ borealis montibus Alleghany (Rafinesque in h. Delessert).

[1] *Var. heterophylla simplex* (Rafinesque inéd. in h. Delessert).

tyle secondaire, sa structure ressemble beaucoup à celle des entrenœuds secondaires de la tige aërienne, au moins en ce qui concerne le cylindre central. La section de l'organe est moins carrée que dans les entrenœuds épicotylés. L'écorce est constituée par un épais parenchyme à parois minces; le collenchyme n'existe plus qu'en très faible quantité. Le liber est protégé par une couche mince mais presque continue de stéréides péricycliques. Le bois et la moelle ne présentent rien de spécial.

Tige primaire. — Il y a, dans la tige primaire du *Phryma*, deux parties à considérer : les entrenœuds et les nœuds.

La section transversale d'un entrenœud de la tige primaire est quadrangulaire. Chaque angle possède une côte faisant un peu saillie vers l'extérieur. Cette côte contient une lame de collenchyme, bien caractérisée mais peu épaisse, convexe en dehors, concave en dedans. Sous ce collenchyme se trouve une couche de chlorenchyme qui se prolonge sous l'épiderme des faces de la tige. L'épiderme ne présente aucun caractère particulier; il porte des poils unisériés, pluricellulaires, coniques, à parois pourvues de perles cuticulaires, et des glandes stipitées. Ces dernières ont un adénophore haut de 1-4 cellules et une tête 1-pluricellulaire à parois verticales. Dans chaque angle se trouvent deux faisceaux bientôt réunis en un seul. L'un de ces faisceaux est réparateur *R*, l'autre foliaire *F*. Les masses libéro-ligneuses angulaires sont dès la première jeunesse reliées par des bandes de libriforme interfasciculaire qui se vascularisent avec l'âge. Pendant la période primaire, le péricycle n'a pas encore donné naissance à des stéréides. L'endoxyle est peu abondant et se résorbe bientôt en laissant à la place des trachées initiales une lacune aérifère. La moelle, à gros éléments incolores, est encore persistante.

Conformément aux indications ci-dessus, les faisceaux d'un entrenœud *n* sont pourvus des notations suivantes[1], en commençant par le faisceau foliaire antérieur gauche et en allant de gauche à droite : *Fag*, *Fad*, *Rda*, *Rdp*, *Fdp*, *Fpg*, *Rgp*, *Rga*.

[1] Note sur les descriptions relatives aux faisceaux et a leur parcours. — Dans ces descriptions nous nous conformons aux conventions proposées par M. Bertrand (*Théorie du faisceau* [*Bull, sc. du dép. du nord*, 2me sér., 3me ann., 1880, n. 2, 3 et 4] et *Traité de Botanique*, p. 116). L'observateur est censé être placé dans l'axe de la tige, les pieds dirigés vers la racine et la tête vers le bourgeon terminal, la face tournée du côté de la première feuille ou du premier faisceau sortant. Les termes *antérieur*, *postérieur*, *droit* et *gauche* se rapportent toujours à l'observateur ainsi placé; dans toutes les sections transversales, le plan *antéro-postérieur* (*a. p.*) sert à orienter le lecteur. Nous n'avons pas cru devoir redresser les feuilles adultes contre la tige, comme le fait M. Bertrand, dont les figures de feuilles sont renversées. Nous ne voyons pas bien l'avantage de ce procédé qui est contraire aux usages. Les nœuds et les entrenœuds sont numérotés à partir d'un nœud ou d'un entrenœud *n* qui sert de point de départ. On appelle *segment* de tige la portion de tige qui est comprise entre les sections

Au nœud *n* les faisceaux foliaires sortants, qui sont au nombre de 4, se réunissent 2 par 2, s'incurvent dans l'écorce et disparaissent dans les pétioles. Cette union a lieu de telle sorte que

Fag sort avec *Fad*
Fpg » *Fpd*.

Les réparateurs se divisent pour former chacun un nouveau faisceau foliaire et un nouveau réparateur. Cette division s'opère de telle sorte que

Rda produit { *Rad*, *Fda*
Rdp » { *Rpd*, *Fdp*
Rgp » { *Rpg*, *Fgp*
Rga » { *Rag*, *Fga*

moyennes de deux entrenœuds consécutifs. Quant à la *notation* des faisceaux, nous nous servons d'un système dans lequel chaque notation indique la *fonction* du faisceau dans le parcours et sa *position* par rapport aux plans antéro-postérieur et dextro-sinistre. On peut donc facilement, avec un peu d'exercice, reconstruire une course de faisceaux à l'aide de cette notation, sans l'emploi de figures, ce qui est impossible avec les notations arbitraires que l'on emploie habituellement, et donne à l'exposé une beaucoup plus grande clarté. Le faisceaux sont *réparateurs* ou *foliaires*, et se désignent par les symboles *R* ou *F*. Les foliaires peuvent être *sortants*, c'est-à-dire se rendant dans une feuille au nœud immédiatement susjacent à l'entrenœud que l'on étudie, ou *expectants*, c'est-à-dire se rendant dans une feuille 2 ou plusieurs nœuds au-dessus de l'entrenœud que l'on étudie. Les positions *antérieure, postérieure, droite, gauche,* s'indiquent par les lettres *a, p, d, g*. On lira donc facilement les notations suivantes, ainsi : *Rpd*, réparateur postérieur droit; *Fsga*, foliaire sortant gauche antérieur; *Fedp*, foliaire expectant droit postérieur, etc. Lorsqu'on développe le trajet des faisceaux dans un segment pour montrer les fusions, les divisions et les sorties qui s'opèrent dans un nœud *n*, nous supposons la tige fendue dans sa région antérieure selon le plan *ap*, et étalée dans le plan tangent au milieu de la face antérieure. On aura donc toujours, dans ces figures, à l'extrémité gauche et à l'extrémité droite, la moitié du premier faisceau sortant. Dans les grands schémas d'ensemble, nous ne nous astreignons pas à suivre cette règle qui n'a d'utitité que lorqu'on développe un seul segment.

Nous appelons, avec M. Lignier, *système libéro-ligneux foliaire* l'ensemble de tous les faisceaux qui dépendent d'une même feuille. Voy. Lignier, *De l'importance du système libéro-ligneux en anatomie végétale* (Comptes rendus de l'Acad. des sc., août 1888); *Recherches sur l'anatomie des organes végétatifs des Lécythidacées* [*Bull. sc. de la France et de la Belgique*, v. XXI, ann. 1890, p. 298 et 407]; *De la forme du système libéro-ligneux foliaire chez les Phanérogames* (*Bull. de la Soc. linn. de Normandie*, 4me sér., vol. II, ann. 1888); *De l'influence que la symétrie de la tige exerce sur la distribution, le parcours et les contacts de ses faisceaux libéro-ligneux* (*Bull. de la Soc. linn. de Normandie* 4me sér., 3me vol., ann. 1889).

Dans toutes nos diagnoses, nous avons tenu compte des observations très fondées de M. Lignier,

On trouve donc de nouveau dans l'entrenœud $(n + 1)$ les 8 faisceaux suivants : *Rag*, *Rad*, *Fda*, *Fdp*, *Rpd*, *Rpg*, *Fgp*, *Fga*.

Au nœud $(n + 1)$ les mêmes sorties s'opérant dans un plan perpendiculaire au précédent, et les fusions homologues de réparateurs ayant lieu, on obtient de nouveau 8 faisceaux. Ceux-ci sont pourvus, dans l'entrenœud $(n + 2)$, de la même notation et sont exactement placés comme dans l'entrenœud n.

Comme on voit, cette course est identique à celle de la plupart des Labiées et de beaucoup de Verbénacées. Nous n'en avons donné de nouveau ici les notations que pour remplacer celles qui se trouvent dans un de nos travaux antérieurs[1] et qui ont l'inconvénient de n'avoir pas été établies en suivant strictement les règles définies plus haut, règles qui sont appliquées partout dans ce mémoire.

Ajoutons que dans la zone de croissance, à la base des entrenœuds, la moelle est moins méatique, plus riche en eau, et que les arcs interfasciculaires sont plus faibles qu'ailleurs.

Tige secondaire. — Les entrenœuds âgés présentent des modifications très sensibles à la structure que nous venons d'étudier. La moelle en disparaissant donne naissance à une grande lacune centrale, le bois continue à se sclérifier et à se développer en diamètre, il se crée des stéréides isolées à la périphérie du liber au dépens du péricycle. Mais surtout, ce qui frappe le plus, c'est la disparition de la chlorophylle dans l'écorce. Le chlorenchyme est remplacé par une bande de collenchyme hypodermique continue, qui est elle-même sous-tendue par une couche de parenchyme à gros éléments,

A ce degré de développement, comme au précédent, il n'y a pas d'endoderme, et la couche phloeotermique ne montre aucune différenciation appréciable.

Le liber est constitué par du parenchyme, des tubes criblés du type *Cucurbita* et des cellules compagnes. Le bois, peu développé pour une herbe de la taille du *Phryma*, présente du parenchyme ponctué, des stéréides, des vaisseaux ouverts à doubles ponctuations et, dans la région interne, de très grosses trachées ; ces dernières contiennent jusqu'à trois très larges spiricules. Les rayons de parenchyme,

et nous avons décrit la course du système des faisceaux appartenant à la feuille, sans tenir compte des détails de l'agencement sur une section transversale de tige. Ceux-ci sont en relations fréquentes avec l'âge et le calibre de la tige, ainsi qu'avec le cycle phyllotaxique réalisé par les feuilles. On arrive ainsi à mettre en évidence le caractère propre de la course des faisceaux, débarrassée de ses propriétés contingentes ou variables.

[1] Briquet, *Monographie du genre Galeopsis*, p. 42.

quand ils sont nettement développés, sont unisériés et pourvus de ponctuations simples.

PÉTIOLE. — Les deux faisceaux foliaires sortant de la tige se réunissent en un seul à la base du pétiole ; ils envoient des ramifications qui sont au nombre de 2-3 dans chaque corne. Ces faisceaux ont un bois presque exclusivement formé par des trachées ; le péricycle ne forme pas de stéréome appréciable et l'endoxyle est très faiblement développé. Le corps du pétiole est constitué par un parenchyme incolore à très gros éléments passant insensiblement dans la région hypodermique inférieure à un tissu plus collenchymateux. L'épiderme supérieur est séparé du parenchyme fondamental par une couche de collenchyme très caractérisée et très épaisse, laquelle se prolonge jusqu'à l'extrémité des cornes. Le chlorenchyme, à éléments un peu globuleux, est localisé sur les pans latéraux des cornes.

LIMBE FOLIAIRE. — La nervure médiane de la feuille a la même organisation que le corps du pétiole ; elle contient un faisceau libéro-ligneux en ruban, emprisonné entre deux coussinets de parenchyme. Le coussinet inférieur devient collenchymateux sous l'épiderme, tandis que le coussinet supérieur est séparé de l'épiderme par une couche de collenchyme plus épaisse et à caractères plus tranchés. Les nervures latérales sont construites comme la médiane, mais sont beaucoup plus réduites.

Quant au mésophylle, il est manifestement hygrophile. Les palissades sont faiblement différenciées et disposées en un seul étage. Le chlorenchyme spongieux forme une couche excessivement mince.

L'épiderme n'est renforcé d'aucune manière spéciale. Les stomates sont placés dans le plan des cellules voisines ; les cellules de bordure ont deux arêtes, dont l'interne plus faible, elles sont plus petites que les cellules annexes. Les cellules de bordure sont habituellement entourées de 4 cellules annexes, exceptionnellement ce nombre peut se monter jusqu'à 6. Les cellules épidermiques sont ondulées, surtout à la face inférieure. C'est du reste cette face qui porte presque exclusivement les stomates.

Il y aurait encore à mentionner le fait que chaque dent foliaire porte au sommet un petit groupe de stomates aquifères. Ces stomates reposent sur un épithème incolore dans lequel aboutissent les dernières extrémités des nervures.

CONCLUSIONS. — La conclusion qui s'impose, c'est que les affinités des Phrymacées, telles qu'elles ressortent de l'organisation de l'appareil végétatif, sont toutes

du côté des Labiées et de quelques Verbénacées à feuilles opposées. Mais c'est surtout la première affinité qui frappe, car les Verbénacées ont des structures très hétérogènes et encore fort peu connues. Les affinités avec les Myoporacées et les Sélaginacées, que l'on peut déduire de la morphologie, ne sont pas marquées dans l'appareil végétatif, au moins quant à la première de ces familles, car la seconde est encore presque *terra incognita*. En effet les Myoporacées diffèrent profondément des Phrymacées soit par la course des faisceaux, soit par la présence de poches secrétrices ou de liber périmédullaire.

II

STILBOÏDÉES

§ 1. — GÉNÉRALITÉS

Le groupe des Stilboïdées a été défini comme division spéciale par Kunth en 1831, sous le nom de *Stilbinées*[1]; il a été élevé au rang de famille par Lindley en 1836 sous la dénomination de *Stilbacées*[2] et considéré par Alph. de Candolle dans le Prodrome comme ayant cette valeur[3]. Ultérieurement, Bentham[4], reprenant la désignation de Kunth, a réduit les Stilbacées au rang de tribu des Verbénacées. Appelé, par notre rédaction récente d'un Genera des Verbénacées, à étudier personnellement cette question, nous avons ratifié la manière de voir de Bentham[5]. Pour nous, les Stilbacées constituent une simple subdivision des Verbénacées, à laquelle nous attribuons la valeur d'une sous-famille. Les Verbénacées à inflorescence botrytique se divisent en effet en deux familles: 1° les *Stilboïdées* à graines pourvues d'albumen; 2° les *Verbénoïdées* à graines dépourvues d'albumen. Le caractère en question étant le seul qui sépare les Stilboïdées des Verbénacées vraies, on ne saurait actuellement considérer encore ce groupe comme une famille à part.

[1] Kunth, in *Abhandl. der berl. Akad. der Wiss.*, 1831, p. 201.
[2] Lindley, *Natur. Syst.*, ed. 2, p. 280, ann. 1836.
[3] Alph. DC., *Prodromus*, XII, p. 604, ann. 1848.
[4] Bentham, in Bentham et Hooker, *Genera plantarum*, II, 2, p. 1132 et 1137, ann. 1876.
[5] Briquet, *Verbenaceæ* in Engler und Plantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, IV. Teil, Abt. 3, p. 144 et suiv., ann. 1896.

Envisagées comme nous le faisons, les Stilboïdées forment un groupe très naturel. Ce sont des arbrisseaux à feuilles éricoïdes vivant dans des conditions de sécheresse et d'insolation extrême dans les montagnes et les déserts du sud de l'Afrique. L'affinité très grande qu'ont entre elles les espèces de Stilboïdées, et les conditions d'existence très analogues qui sont imposées à toutes, donnent aux divers représentants du groupe une similitude de port et d'allures très accentuée.

Il était donc du plus haut intérêt d'avoir des renseignements circonstanciés sur la structure de l'appareil végétatif dans cette sous-famille, tant au point de vue biologique qu'à celui d'une systématique scientifique appelée à tenir compte de tous les caractères et non pas de la seule catégorie des critères externes.

Le contenu de ce mémoire est entièrement nouveau ; les seules indications qui existent dans la littérature se rapportent à quelques détails du bois secondaire dans les genres *Campylostachys* et *Stilbe* ; elles sont dues à M. Solereder et seront mentionnées en lieu et place[1].

Nous avons pu étudier très à fond *toutes les espèces connues* de Stilboïdées. Nos dissections ont porté sur tout l'appareil végétatif, sauf les racines. Ces dernières manquent complètement dans les herbiers, ce qui est très naturel quand on songe que les Stilboïdées sont des arbrisseaux dont il est rare de voir le tronc principal.

Voici la liste des Stilboïdées comprises dans ce mémoire :

Campylostachys cernua Kunth	*Stilbe ericoides* Linn.
Euthystachys abbreviata Alph. DC.	*S. Pinastra* Linn.
Xeroplana Zeyheri Briq.	*S. albiflora* E. Mey.
Stilbe phylicoides Alph. DC.	*Eurylobium serrulatum* Hochst.

L'étude de ces espèces a été entièrement faite sur le sec d'après les riches matériaux de l'Herbier Delessert et de l'Herbier Boissier.

§ 2 — TIGE PRIMAIRE

Contours ; microptères ; distribution générale des tissus. — Chez toutes les Stilboïdées, la tige primaire présente sur une section transversale des contours polygonaux. La section polygonale n'est que la conséquence de l'organisation microptérique qui est toujours facilement reconnaissable, à condition que l'on s'adresse

[1] Solereder, *Ueber den systematischen Werth der Holzstruktur bei den Dikotyledonen*, p. 203 et suiv. Munich, 1885.

à des stades assez jeunes. La forme la plus ordinaire est celle d'un polygone ayant plus de 4 angles. Nous avons un octogone chez le *Stilbe albiflora*, un hexagone chez le *S. ericoides*, un pentagone chez le *S. phylicoides ;* le *S. Pinastra*, tout en ayant une forme générale pentagonale, offre des microptères secondaires irrégulières qui rendent difficile l'indication exacte du nombre des angles, au moins sur les matériaux à notre disposition. Le *Campylostachys cernua*, l'*Eurylobium serrulatum* et l'*Euthystachys abbreviata* ont une section carrée (fig. 3). Enfin, le *Xeroplana Zeyheri* se distingue très nettement de toutes les autres espèces par sa tige trigone.

L'organisation microptérique dont il a été question plus haut se manifeste à des degrés divers dans les différentes espèces. On la trouve très nette, par exemple, chez le *Xeroplana Zeyheri*, où chaque angle est pourvu d'une ailette massive arrondie, bombée sur les flancs; entre chacune des ailettes existe un canal plus ou moins étroit, à berges surplombantes, dans lequel sont localisés les stomates, protégés par un important indument. Une organisation analogue se manifeste dans des espèces à tiges ayant plus de 3 côtés *(Stilbe phylicoides)*, mais chez ces dernières la formation des microptères est moins nette. On voit bien la tige sillonnée de canalicules entre les angles, mais les microptères eux-mêmes sont réduits à des côtes un peu saillantes comme chez beaucoup de Labiées, de Verbénoïdées, d'Ombellifères, etc. ; ainsi chez les *Stilbe phylicoides*, *S. ericoides*, *Campylostachys cernua* et *Eurylobium serrulatum*. Chez une ou deux espèces on constate une légère tendance des microptères à se transformer en macroptères. Les ailettes sont alors étroites, développées surtout dans le sens du rayon et sont assimilatrices (*Euthystachys abbreviata*, *Stilbe pinastra*).

La tige des Stilboïdées ne s'écarte pas du schéma général des Dicotylédones; aussi aurons-nous à considérer successivement les régions suivantes : l'épiderme et ses annexes, l'écorce et ses différenciations, un cylindre central constitué par un cercle de faisceaux confluant dès le début, protégés dans l'extérieur par un squelette péricyclique et entourant une moelle centrale.

Épiderme ; stomates ; indument. — L'épiderme de toutes les Stilboïdées ne comprend qu'une seule assise de cellules. Il est de règle, partout où les cellules sont directement exposées vers l'extérieur, de voir les parois extérieures s'épaissir considérablement. Les parois radiales sont toujours minces, au moins dans la région médiane. En revanche la paroi interne présente à cet égard une certaine variabilité. Ainsi chez le *Campylostachys cernua*, la paroi interne des cellules épider-

mique finit presque par atteindre l'épaisseur de la paroi externe. Au contraire chez l'*Euthystachys abbreviata* la paroi externe est très épaisse, tandis que l'interne est fort mince ; il en est ainsi chez le *Stilbe phylicoides*. Les *Xeroplana Zeyheri*, *Stilbe Pinastra*, *S. ericoides*, *S. albiflora* et *Eurylobium serrulatum* prennent une position intermédiaire. Les parois extérieures épaisses correspondent régulièrement avec une forte cuticularisation des couches externes. La cuticule elle-même est mince et très souvent plissée (*Stilbe ericoides*). L'épiderme contient parfois de la chlorophylle et de l'amidon (*S. phylicoides*). — Nous avons dit que la paroi extérieure des cellules épidermiques était fortement épaissie là où elle était en contact avec le milieu ambiant. Mais il y a un cas où ces conditions ne sont pas réalisées, c'est celui dans lequel l'épiderme est situé au fond d'un canalicule protégé par les berges surplombantes des microptères. Ainsi chez le *Xeroplana Zeyheri*, l'épiderme des canalicules possède des cellules plus petites que celui des microptères et à parois externes bien plus minces ; le même contraste existe d'une façon très accentuée chez le *Stilbe phylicoides*.

Les stomates jouent, sur les tiges des Stilboïdées, un fort petit rôle, vu le très faible développement du chlorenchyme. Ils sont à peu près exclusivement localisés dans les canalicules entre les microptères; nous n'avons pas réussi à en découvrir un seul sur les microptères ou sur les côtés. Par conséquent dans les espèces octo-, hexa- et pentagonales, ils sont disposés en 8, 6 ou 5 séries longitudinales; chez le *Xeroplana Zeyheri*, ils sont répartis en 3 séries. Les espèces à tiges quadrangulaires méritent une mention spéciale. Le *Campylostachys cernua* possède sur chaque face deux canalicules très étroits séparés par un petit bourrelet; la tige a donc 8 séries de stomates (du reste peu abondants), tout en étant quadrangulaire. L'*Eurylobium serrulatum* possède des stomates sur les faces caulinaires. L'*Euthystachys abbreviata* a des stomates, en petit nombre, distribués tout autour de la tige, ce qui est en relation avec la forme particulière des microptères et la distribution du chlorenchyme. Quant à l'organisation de l'appareil stomatique, il en sera question en détail à propos de la feuille.

Enfin, comme annexe de l'épiderme il reste à mentionner l'indument. Ce dernier est extrêmement caractéristique et se montre avec les mêmes caractères sans variation dans toutes les espèces. Il est constitué par des poils flagelliformes très longs, coniques a l'extrémité, bicellulaires. La cellule inférieure est courte, à parois minces, se colorant facilement par la chrysoïdine ; plus rarement, l'intensité de la

coloration est presque la même (*Eurylobium serrulatum*). La cellule supérieure, excessivement longue, possède des parois très épaisses, un lumen filiforme, et ne se colore pas ou presque pas par la chysoïdine. Il n'y a pas formation de perles cuticulaires bien appréciables. La distribution de l'indument est concomitante de celle des stomates. Ainsi chez les *Xeroplana Zeyheri* et *Stilbe phylicoides*, les poils sont strictement localisés dans les canalicules qu'ils sont chargés d'obstruer. Chez les *Campylostachys cernua*, *Stilbe Pinastra*, etc., ils sont distribués moins régulièrement. Comme on peut s'y attendre, d'après les indications données plus haut sur ces espèces, l'*Euthystachys abbreviata* et l'*Eurylobium serralatum* ont un indument distribué également tout autour de la tige.

Nous n'avons pas constaté de glandes sur la tige des Stilboïdées ; il ne serait pas impossible toutefois que ces dernières existent comme formation transitoire dans la première jeunesse chez quelques espèces.

Écorce. — Les parties de la tige situées entre les stéréides péricycliques et l'épiderme présentent si peu de particularités chez les Stilboïdées que nous les avons réunies dans un même paragraphe.

Le tissu le plus important est le chlorenchyme. Il se présente sous la forme d'éléments globuleux ou polyédriques, médiocrement chlorophylliens, séparés par de nombreux méats. Chez l'*Euthystachys abbreviata* il envahit toute la région corticale et remplit entièrement les 4 microptères. Mais ce cas est exceptionnel ; à part le *Stilbe Pinastra* qui semble se comporter d'une façon analogue pendant assez longtemps, toutes les autres espèces perdent rapidement leur chlorophylle ; il ne reste plus comme chlorenchyme peu caractérisé que les éléments situés au fond des canalicules sous l'épiderme (*Campylostachys cernua*, *Stilbe phylicoides*, etc.).

En fait de tissus mécaniques, il n'y a que peu de chose à relever dans l'écorce. La tige du *Xeroplana Zeyheri* présente sur les faces une écorce un peu collenchymateuse. D'autres espèces offrent des caractères analogues dans les cellules situées immédiatement au-dessous de l'épiderme. Remarquons cependant que nulle part il n'y a formation de vraies colonnes de collenchyme.

L'assise phloeotermique est la plupart du temps indistincte des autres parties de l'écorce ; c'est à peine si on peut çà et là la reconnaître à sa teneur en amidon. — Par conséquent, de bonne heure, dans la plupart des Stilboïdées, la majeure partie de l'écorce caulinaire est constituée par un parenchyme incolore et plus ou moins homogène.

Stéréome péricyclique. — C'est le stéréome péricyclique qui, dans les tiges des Stilboïdées, permet de délimiter l'écorce du cylindre central, vu l'absence de différenciations nettes dans l'assise phloeotermique. Au surplus, le stéréome péricyclique ne prend qu'un faible développement. Il constitue tout autour du liber un anneau très mince et souvent interrompu (*Campylostochys cernua, Eurylobium serrulatum, Euthystachys abbreviata, Stilbe phylicoides, S. ericoides, S. albiflora*). Parfois les séparations déterminent l'apparition de petits paquets (*Stilbe Pinastra*). Chez le *Xeroplana Zeyheri* le stéréome péricyclique est nul ou presque nul dans la période primaire.

L'*Eurylobium serrulatum* présente la particularité d'avoir des paquets de petites stéréides corticales lignifiées, provenant du recloisonnement longitudinal de cellules primitives. Ces groupes de petites stéréides sont plus ou moins abondants et épars à la périphérie de l'assise phloeotermique. On peut les envisager comme un appareil de soutien local destiné à fortifier la région dans laquelle se développe le phellogène. Celui-ci — qui, comme on le verra, prend naissance au voisinage du phloeoterme ou à son intérieur — se distingue de bonne heure par sa teneur en amidon.

Histologie du système libéro-ligneux. — Les faisceaux de la tige des Stilboïdées sont groupés en un seul cercle; leur nombre dépend en première ligne du nombre des feuilles comprises dans chaque verticille. Dans leur première jeunesse on les distingue assez facilement les uns des autres, et encore est-on souvent dans l'hésitation pour savoir si une masse libéro-ligneuse est formée par un faisceau unique ou par deux faisceaux rapprochés ou accolés. Ils sont du reste constitués normalement; le bois primaire est très peu développé, tandis que le liber apparaît sous la forme d'un très petit îlot. Le cylindre libéro-ligneux qui résulte de la réunion des faisceaux possède une section polygonale offrant le même nombre d'angles que la tige elle-même. Ces angles sont surtout marqués dans le bois (*Stilbe phylicoides, S. ericoides*, etc.). Chez le *Xeroplana Zeyheri*, le triangle ligneux a des côtés un peu concaves et des angles excessivement aigus, prolongés dans les microptères. Le liber ne possède rien de particulier dans la période primaire, nous en reparlerons à propos de la tige secondaire. Quant au bois, il est relativement pauvre en trachées annelées et spiralées, qui sont très vite remplacées vers l'extérieur par des vaisseaux. La lignification est rapide pour tous les éléments. Même l'endoxyle, qui est peu abondant, se lignifie et se sclérifie assez vite. Cette rapide lignification est

très générale dans la tige, car elle s'applique même aux stéréides péricycliques, ce qui est exceptionnel[1]. La zone cambiale fonctionne de très bonne heure, de sorte que, bien avant le développement du phellogène, on voit le bois constituer un épais cylindre. Le *Xeroplana Zeyheri* et l'*Euthystachys abbreviata* nous ont seuls paru constituer une exception en ce sens que leur cylindre ligneux persiste longtemps assez mince.

MOELLE. — La moelle formée par des éléments polygonaux, allongés dans le sens de la hauteur, est homogène et persistante. Dans toutes les espèces, elle sclérifie un peu et lignifie ses éléments qui sont pourvus de ponctuations circulaires. La moelle est tantôt très étendue (*Stilbe*, *Campylostachys*, *Eurylobium*, *Euthystachys*), tantôt réduite à un petit nombre de cellules (*Xeroplana*).

PARCOURS DES FAISCEAUX LIBÉRO-LIGNEUX[2]. — La complication du parcours des faisceaux libéro-ligneux varie avec le nombre des feuilles compris dans chaque verticille. En revanche le schéma suivant lequel sont distribués les faisceaux et la forme du système libéro-ligneux foliaire restent remarquablement constants. L'étude

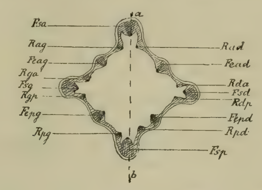


FIG. 1. — Section transversale du cylindre central dans un entrenœud *n* chez le *Campylostachys cernua*. (Se reporter au texte pour les notations.)

comparée des variations de structure dans l'étendue d'un segment[3] chez les différentes espèces permettra facilement de se rendre compte de cette affirmation. Prenons comme point de départ le modèle de parcours qui nous est fourni par le *Campylostachys cernua* (fig. 1) ou l'*Eurylobium serrulatum*.

[1] Voy. Briquet, *Études sur les Cytises des Alpes maritimes*, p. 93. (dans Burnat, *Matériaux pour servir à l'histoire de la flore des Alpes maritimes*).

[2] Voy. sur le système des notations p. 5.

[3] On appelle *segment* l'ensemble formé par un *nœud* et les *parties adjacentes des deux entrenœuds qu'il réunit*; voy. p. 4.

Sur la section transversale d'un entrenœud n pris près du sommet d'une pousse de l'année, on rencontre 16 faisceaux (fig. 1). Ces 16 faisceaux se repartissent comme suit. Dans chaque angle de la stèle se trouve un faisceau foliaire destiné à sortir au nœud n; il est enfoncé dans le libriforme secondaire issu des rayons médullaires voisins, dont le cambium fonctionne très rapidement. Ces 4 faisceaux s'appelleront *Fsa*, *Fsd*, *Fsp*, *Fsg*. Au milieu de chaque côté de la stèle apparaît un petit faisceau. Ces faisceaux latéraux sont des faisceaux foliaires destinés à sortir au nœud $(n + 1)$; nous les appellerons *Flad*, *Flpd*, *Flpg*, *Flag*. Enfin, les 8 faisceaux foliaires mentionnés sont séparés les uns des autres par une masse libéro-ligneuse. Ces masses sont des faisceaux réparateurs. Les réparateurs sont en allant de gauche à droite :

Rad entre *Fsa* et *Fead*
Rda » *Fad* et *Fsd*
Rdp » *Fsd* et *Fepd*
Rpd » *Fepd* et *Fsp*
Rpg » *Fsp* et *Fepg*
Rgp » *Fepg* et *Fsg*
Rga » *Fsg* et *Feag*
Rag » *Feag* et *Fsa*.

L'espace laissé entre tous ces faisceaux est très étroit, très vite comblé par des arcs interfasciculaires, et il est absolument indispensable de s'adresser à des tiges très jeunes pour pouvoir les distinguer nettement. Indépendamment de la confluence des faisceaux latéraux et des réparateurs en une seule lame latérale — confluence due à l'activité cambiale,— il convient de mentionner le fait que les faisceaux latéraux *Fead*, *Fepd*, *Fepg*, *Feag* sont souvent accolés à un des réparateurs voisins sur un certain parcours et que, par conséquent, on ne saurait interpréter la course et la valeur des masses libéro-ligneuses sur une ou deux sections transversales quelconques.

Au nœud n (fig. 2), les faisceaux *Fsa*, *Fsd*, *Fsp*, *Fsg* obliquent dans l'écorce et sortent dans les feuilles. Les réparateurs se rapprochent, s'unissent dans l'espace laissé vide par les faisceaux sortants au moyen d'une arcade transversale en forme de biseau. Du sommet de ce biseau part un faisceau foliaire latéral destiné à sortir au nœud $(n + 2)$. Le rapprochement et la formation d'une arcade entre les réparateurs a lieu de telle sorte que :

Rad s'unit avec *Rda*
Rdp » » *Rpd*
Rpg » » *Rgp*
Rga » » *Rag*.

Les 4 nouvelles traces foliaires latérales insérées sur les arcades sont : ***Fea***, ***Fed***, ***Fep***, ***Feg***, qui occupent les côtés de la stèle dans l'entrenœud $(n+1)$. Les faisceaux latéraux de l'entrenœud n occupent les angles de la stèle dans l'entrenœud $(n+1)$ et deviennent sortants ; ils s'appelleront : ***Fsad***, ***Fspd***, ***Fspg***, ***Fsag***, Les réparateurs

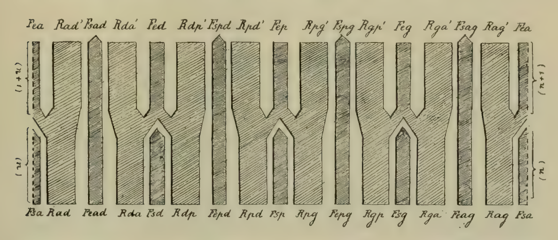


Fig. 2. — Développement de la course des faisceaux dans un segment caulinaire *n* chez le *Campylostachys cernua*. (Se reporter au texte pour les notations.)

occupent dans l'entrenœud $(n+1)$ une position très semblable à celle qu'ils avaient dans l'entrenœud n (fig. 3). Ils sont par conséquent pourvus d'une notation analogue et sont placés comme suit par rapport aux traces foliaires ;

Rda entre *Fsad* et *Fed*
Rdp » *Fed* et *Fspd*
Rpd » *Fspd* et *Fep*
Rpg » *Fep* et *Fspg*
Rgp » *Fspg* et *Feg*
Rga » *Feg* et *Fsag*
Rag » *Fsag* et *Fea*
Rad » *Fea* et *Fsad*.

L'entrenœud $(n+1)$ offre donc 16 faisceaux comme l'entrenœud n (fig. 3). La

seule différence qu'il présente par rapport à son prédécesseur consiste dans le fait que les plans de sortie des faisceaux angulaires ($n + 1$) alternent avec les plans de sortie des faisceaux n.

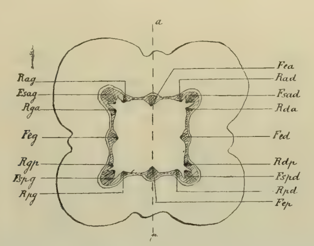


Fig. 3. — Section transversale d'un entrenœud ($n + 1$) chez le *Campylostachys cernua*. (Se reporter au texte pour les notations.)

Au nœud ($n + 2$), il y a répétition des unions entre réparateurs au moyen d'arcades et de production des traces foliaires suivant le type étudié ci-dessus. Par conséquent la disposition des faisceaux dans l'entrenœud ($n + 2$) est identique en tous points à celle examinée dans l'entrenœud n.

On peut résumer les principaux caractères de ce parcours de faisceaux en disant: *que la trace foliaire est unifasciculée; qu'elle parcourt deux entrenœuds sans s'unir aux réparateurs; qu'entrée dans la tige à un nœud* n, *elle s'accole au nœud* (n — 2) *avec les deux réparateurs voisins au moyen de deux racines très courtes, dont l'ensemble constitue une arcade en forme de biseau; que les réparateurs suivent une ligne légèrement ondulée et ont une valeur sympodiale.*

La course est la même pour toutes les espèces; seulement le nombre des faisceaux que rencontre la section augmente avec la pléiomérie des verticilles. Comme on trouve 3 faisceaux sur chaque face de la stèle et qu'il y a autant de faisceaux angulaires sortants que de feuilles par verticille, on calculera facilement le nombre des faisceaux d'une section internodale. Si on appelle m le nombre des angles et n celui des côtés de la stèle, le total t des faisceaux sera : $t = m + 3n$. C'est ainsi que dans la tige primaire,

chez	*Xeroplana Zeyheri*	on a	12	faisceaux
»	*Euthystachys abbreviata*	»	16	»
»	*Stilbe phylicoides*	»	20	»
»	*S. ericoides*	»	24	»
»	*S. albiflora*	»	32	»

Il est facile, en se servant des notations et du développement du parcours donnés à propos du *Campylostachys cernua* et de l'*Eurylobium serrulatum*, de reconstituer les graphiques des différents cas qui se présentent ; nous nous dispensons donc de reproduire *in extenso* les analyses détaillées que nous en avons faites.

§ 3. — TIGE SECONDAIRE

Périderme. — Toutes les Stilboïdées donnent naissance à du périderme dans leurs tiges secondaires ; elles ne se bornent même pas à la création d'un seul périderme ; nous avons pu constater la création d'un deuxième périderme secondaire, et il est possible que sur des matériaux vivants plus complets que ceux à notre disposition, on trouverait encore des assises génératrices d'origine plus tardive (tertiaires) dans le liber. Quoi qu'il en soit, l'existence des deux péridermes secondaires est facile à constater.

Le premier périderme secondaire est d'origine corticale ; il prend naissance dans la 2me ou la 3me assise à partir du stéréome péricyclique (fig. 4). Le processus phellogénique n'est pas simultané sur toute la périphérie de la tige ; il est au contraire d'abord strictement localisé en face des microptères ou des côtes, tandis que les tissus situés sur les faces ou au-desssus des canalicules n'y participent point encore. Puis il gagne graduellement à droite et à gauche jusqu'à ce que les fragments de périderme se soient rejoint pour former un cercle complet. Ce cercle divise l'écorce en deux zones, l'une externe qui est rejetée avec l'épiderme et ses dépendances, l'autre interne mince, qui tapisse pendant un certain temps le stéréome péricyclique. La genèse du périderme même a lieu comme suit. La cellule-mère s'allonge radialement jusqu'à prendre une forme palissadique, puis se cloisonne tangentiellement. Déjà avant ce cloisonnement, les parois se sont fortement modifiées, se colorent en jaune brun par la chrysoïdine et la potasse et ne bleuissent plus par le chloroiodure de Zn. La cellule-fille externe devient cellule-mère à son tour et les subdivisions suivantes ont lieu selon le processus phellogénique bien connu. Ce qu'il faut remar-

quer dans le cas particulier, c'est le fait que le phellogène ne produit que du périderme et pas de phelloderme. Ce mode de fonctionnement est probablement beaucoup plus répandu qu'on ne pourrait le croire d'après les auteurs. Pour notre part, nous l'avons constaté chez bon nombre de Labiées[1] et de Légumineuses[2].

Le périderme produit par l'écorce primaire atteint une épaisseur médiocre; il est tôt ou tard usé et remplacé par un deuxième périderme secondaire. Celui-ci

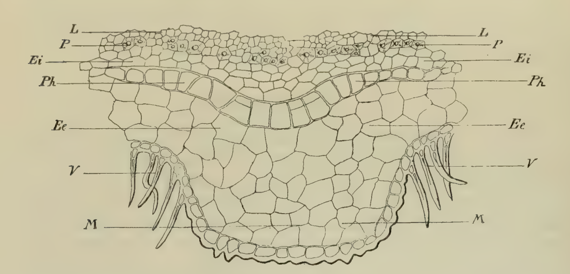


Fig. 4. — Section transversale des régions périphériques en face d'un microptère dans un entrenœnd du *Stilbe albiflora*, au moment de l'apparition du premier périderme. — *L*, liber. *P*, stéréome péricyclique. *Ei*, écorce interne. *Ph*, phellogène. *Ee*, écorce externe. *E*, épiderme et poils tapissant les vallécules. *M*, microptère à épiderme macrocytique. — Grossissement $\frac{116}{1}$.

prend naissance sous le stéréome péricyclique, soit dans le liber primaire, et se trouve en contact immédiat avec le liber secondaire; il exfolie le stéréome péricyclique et la couche interne de l'écorce qui avaient été respectés par le périderme secondaire. Le deuxième périderme secondaire, à l'inverse de son prédécesseur, naît simultanément sur toute la périphérie de la tige. La cellule-mère de chaque file péridermique s'allonge beaucoup moins radialement avant de se diviser que dans le périderme secondaire. En dehors de la subérisation, on distingue facilement en coupe transversale le deuxième périderme secondaire du liber secondaire

[1] Briquet, *Les Labiées des Alpes maritimes*, p. 279 (Burnat, *Matériaux pour servir à l'histoire de la flore des Alpes maritimes*).

[2] Beaucoup de Génistées.

dont les éléments sont disposés avec la même régularité, au fait que les cellules libériennes sont beaucoup plus étirées tangentiellement que celles du liège. Chez l'*Eurylobium serrulatum*, le premier périderme apparaît souvent dans l'assise phloeotermique même : c'est du moins le cas sur quelques coupes provenant des matériaux très réduits que nous avons pu étudier. Le processus de production du phellogène est du reste le même que dans le premier périderme des autres Stilboïdées. Immédiatement en contact avec le phellogène, on voit çà et là les petits paquets de stéréides corticales dont il a été question plus haut (p. 13).

Système libéro-ligneux. — Les éléments du liber et du bois sont organisés et disposés dans la tige secondaire d'une façon parfaitement uniforme pour tout le groupe des Stilboïdées; la description suivante peut donc être considérée comme ayant une valeur générale.

Le liber est essentiellement composé de parenchyme. Les tubes criblés sont peu abondants et disséminés; ils sont accompagnés d'étroites cellules compagnes. Le système des cribles appartient au type *Cucurbita;* les perforations en sont nombreuses. Les membranes séparatrices sont horizontales ou peu inclinées. Çà et là on les voit chargées de cals volumineux. Le liber secondaire est relativement peu épais; seuls le *Stilbe Pinastra*, l'*Euthystachys abbreviata* et l'*Eurylobium serrulatum* nous ont paru posséder un liber plus développé. Chez cette dernière espèce nous avons constaté la présence dans le liber de scléréides, ponctuées et lignifiées.

Le cambium ne présente rien de particulier, si ce n'est qu'il fonctionne beaucoup plus pour le bois que pour le liber.

Le bois secondaire ne présente pas de couches différenciées, au moins d'une façon appréciable. Tous ses éléments sont fortement sclérifiés et lignifiés ; le *Stilbe phylicoides* se distingue d'une façon spéciale sous ce rapport : les éléments de son bois sont de faible calibre et sclérifiés parfois jusqu'à presque extinction du lumen (surtout le libriforme). Le bois est parcouru radialement par des rayons de parenchyme, que l'on ne peut bien étudier qu'en section longitudinale tangentielle. On voit alors que ces rayons constituent des bras de section elliptique allongée, à grand axe parallèle à l'axe de la tige. Les rayons ont une hauteur de 3-18 étages et une largeur de 1-6 cellules. Ces cellules appartiennent tantôt au type « couché », tantôt au type « dressé » ; elles sont criblées de ponctuations simples et contiennent souvent de l'amidon. Les cellules qui bordent le rayon ne diffèrent pas, quant à la forme, des cellules intérieures; parfois cependant les intérieures sont plus dressées

sur quelques coupes provenant de l'*Euthystachys abbreviata*. En général, chez les Dicotylées, c'est plutôt le contraire qui a lieu. Quand les cellules extérieures sont en contact avec des stéréides, leurs ponctuations se font rares, sans cependant disparaître. Au contact des trachéides, les ponctuations sont presque partout élargies au sommet; s'il s'agit de vaisseaux, la ponctuation devient assez nettement aréolée. Les rayons sont partout parcourus par de minuscules méats aérifères trigones radiaux, placés aux angles des cellules.

A côté des rayons de parenchyme qui sont toujours en contact avec les voies vasculaires sur un point ou sur un autre, il existe du parenchyme périvasculaire, du reste peu abondant, mais constant. Ce parenchyme est un accolyte des grands vaisseaux ouverts à ponctuations aréolées; il est constitué par des éléments dressés, présentant du reste les mêmes caractères que les cellules des rayons. Il provient du recloisonnement de fibres primitives (Ersatzfasern).

Le stéréome ligneux est très développé chez toutes les Stilboïdées; il présente les caractères normaux du libriforme. Nous ne donnons qu'une importance minime aux cloisonnements secondaires qui ont pour conséquence de diviser les stéréides en compartiments étagés les uns au-dessus des autres et séparés par de minces membranes (Fächerung). M. Solereder a cité comme exemple de ce phénomène le genre *Campylostachys*[1]. Mais en examinant avec soin le bois de *C. cernua*, nous avons trouvé que la très grande majorité des stéréides n'était pas cloisonnée. Çà et là on voit un de ces éléments divisés par quelques minces membranes, souvent obliques, non seulement chez l'espèce en question, mais encore chez l'*Euthystachys abbreviata*, le *Stilbe phylicoides* et d'autres. La formation de compartiments secondaires dans les stéréides libriformiennes des Silboïdées est donc très peu accusée et très irrégulière.

Les éléments vasculaires dans le bois secondaire des Stilboïdées comprennent des vaisseaux ouverts à ponctuations aréolées et des trachéides. Les vaisseaux ouverts se font remarquer déjà sur la coupe transversale à leur calibre qui est considérable relativement aux autres compartiments du bois. La forme des ponctuations varie peu. Les deux contours sont à peu près semblables; la forme générale est arrondie ou polygonale selon le calibre du vaisseau et la densité des ponctuations. Ainsi que M. Solereder[2] l'a justement fait remarquer, le mode de perforation des lamelles

[1] Solereder, l. c., p. 204.
[2] Solereder, l. c., p. 203.

transversales des vaisseaux est très irrégulier. Tantôt la lamelle disparaît d'une seule pièce en laissant un simple anneau, tantôt elle est perforée de trous elliptiques ou circulaires, plus rarement le mode de perforation est scalariforme. C'est le premier de ces différents cas qui se réalise le plus fréquemment. Les trachéïdes se montrent d'une pauvreté de formes extraordinaire. Nous n'avons pas vu de trachéïdes spiralées; toutes se sont présentées pourvues de ponctuations aréolées. Les seules variations que nous ayons pu relever consistent dans la forme des ponctuations qui sont tantôt arrondies ou polygonales, tantôt elliptiques et même un peu aiguës aux extrémités. Entre ces deux formes nous avons un terme de passage dans lequel le contour externe est arrondi, l'interne elliptique. Enfin, d'horizontales qu'elles sont habituellement, les rangées de ponctuations deviennent souvent inclinées et ascendantes à gauche.

Au nœud, le bois est divisé en autant de tranches qu'il y a de feuilles par les faisceaux sortants et les traces des bourgeons axillaires. Ceux-ci se raccordent au nœud même avec les faisceaux caulinaires par l'intermédiaire de deux faisceaux accolés et accompagnés d'une masse de parenchyme présentant des caractères analogues à celui du parenchyme radial. Sur une coupe tangentielle, la ressemblance est même très grande avec les rayons fasciculaires, seulement la hauteur du bras est plus faible relativement à son diamètre, lequel est beaucoup plus considérable. En outre, surtout à la partie supérieure du bras de parenchyme, on voit des éléments du bois secondaire, particulièrement des stéréides et des trachéides, pénétrer entre les cellules en les écartant, s'incurver et se joindre au massif libéro-ligneux du bras. La conséquence de ces adjonctions successives c'est que le massif libéro-ligneux formé par la trace foliaire et la trace gemmaire augmente continuellement de volume dans son trajet à travers le bois secondaire. La masse de parenchyme qui accompagne le massif libéro-ligneux sortant provient de la moelle et sert d'une part à constituer la moelle des bourgeons axillaires, tandis qu'une autre portion suit les faisceaux foliaires.

Quant à la moelle elle-même, elle ne présente pas de modifications nouvelles. Chez le *Xeroplana Zeyheri* les rameaux à tissus secondaires développés ne montrent presque plus de moelle; celle-ci est réduite à quelques cellules resserrées dans la masse du bois secondaire.

§ 4. — LA FEUILLE

Organisation générale ; distribution des tissus. — La feuille éricoïde des Stilboïdées a une organisation générale qui persiste sans grandes modifications dans toutes les espèces. Les deux bords du limbe, qui est épais et étroit, sont enroulés en dessous. La nervure médiane est placée dans une côte, sorte de microptère, qui fait fortement saillie en dessous, de façon à diviser l'espace enveloppé par les marges enroulées de la feuille en deux chambres (fig. 5). Comme le microptère de la feuile

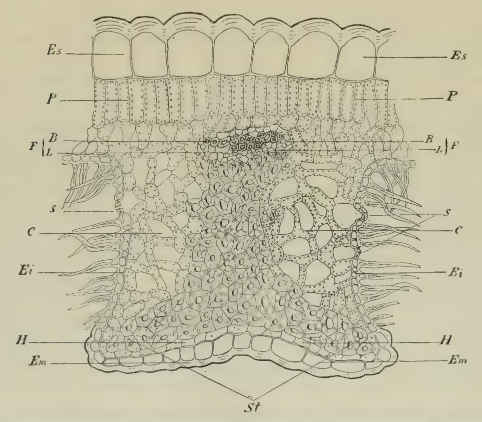


Fig. 5. — Section transversale de la région médiane d'une feuille adulte chez le *Stilbe phylicoides*. *E s*, épiderme supérieur. *P*, palissades. *B* et *L*, bois et liber du faisceau médian *F*. *C*, chlorenchyme spongieux. *St*, colonnes de stéréome. *H*, hypoderme. *E*, épiderme externe du microptère. *E i*, épiderme interne pilifère de la feuille. *S*, stomates. — Grossissement $\frac{116}{1}$.

est élargi au sommet, les deux chambres en question ne communiquent avec l'extérieur que par deux fentes, plus ou moins étroites suivant le degré d'enroulement des marges foliaires. Par conséquent, sur une section transversale de la feuille nous

verrons celle-ci affecter la forme d'un fer-à-cheval élargi et divisé en deux par une lame moyenne qui est le microptère (*Campylostachys cernua*, *Xeroplana Zeyheri*, *Stilbe phylicoides*, *S. ericoides*, *S. Pinastra*). Plus rarement les bords de la feuille, au lieu de s'incurver graduellement en dessous, sont brusquement repliés à la partie inférieure et convergent vers le sommet du microptère ; dans ce dernier cas la section de la feuille tend à devenir triangulaire (*Euthystachys abbreviata*, *Eurylobium serrulatum*, *Stilbe albiflora*).

Les tissus que nous aurons à considérer dans la feuille ainsi organisée sont l'épiderme interne et ses dépendances, et l'épiderme externe qui en diffère totalement, le stéréome, le système libéro-ligneux et le chlorenchyme.

ÉPIDERME EXTÉRIEUR. — Ce qui frappe en premier lieu quand on compare l'épiderme extérieur avec l'intérieur, c'est sa macrocytie (fig. 5). Les cellules sont en moyenne 7 à 8 fois plus grandes dans l'un que dans l'autre. La forme de ces cellules est pourtant la même ; en coupe transversale elles affectent la forme de rectangles, à parois radiales et interne minces, à paroi externe très fortement sclérifiée et cuticularisée. Par-dessus la paroi externe on voit une cuticule médiocre et plissée. A l'intérieur des cellules de l'épiderme externe, nous avons trouvé en quantité plus ou moins grande dans toutes les espèces une substance brune en amas, qui est probablement du tannin. L'épiderme externe est caractérisé par l'absence totale de poils et de stomates à l'état adulte. La structure des cellules de l'épiderme externe montre d'une façon très nette le rôle protecteur qu'elles assument vis-à-vis des tissus sous-jacents contre la transpiration. Aussi voyons-nous cet épiderme recouvrir le sommet du microptère qui est en communication avec l'atmosphère extérieure : sur les bords de ce sommet il disparaît brusquement pour faire place à l'épiderme interne. De même à l'extrémité des marges incurvées l'épiderme externe fait plus ou moins brusquement place à l'épiderme interne.

ÉPIDERME INTÉRIEUR. — Cet épiderme tapisse complètement l'intérieur des deux chambres foliaires ; ses caractères sont exactement opposés à ceux de l'épiderme extérieur. Les cellules sont petites (fig. 5), à paroi extérieure peu différente des parois radiale et interne comme épaisseur ; cette paroi extérieure n'est pas cuticularisée et se trouve recouverte d'une mince cuticule. L'épiderme interne porte en abondance des poils, des stomates et même quelques glandes stipitées.

Les poils présentent les caractères que nous avons décrits à propos de l'indument des tiges, seulement leur longueur est diminuée. Ils sont généralement constitués

par une cellule basilaire à parois minces, encastrée dans l'épiderme, et une cellule flagelliforme allongée à parois très épaisses. Dans toutes les espèces, ces poils sont si abondants qu'ils obstruent complètement les chambres foliaires, et, en créant dans ces chambres une atmosphère propre, contribuent à diminuer la transpiration.

Quant aux glandes, elles sont peu abondantes et réparties çà et là entre les poils; elles sont constituées par un adénophore haut de 2-4 cellules, portant à son sommet une tête sécrétrice. Cette tête est tantôt simple, tantôt divisée par des cloisons longitudinales. La forme de la glande est aplatie, à cuticule régulièrement soulevée par le produit de sécrétion; rarement on voit des glandes à tête plus allongée, mélangées du reste avec les formes typiques (*Xeroplana Zeyheri*, *Euthystachys abbreviata*).

Les stomates sont fort petits et ont ceci de particulier que leurs cellules de bordure sont en général ± élevées au-dessus du niveau de l'épiderme. Grâce à cette disposition il existe toujours au-dessous du stomate une chambre respiratoire d'une certaine dimension. La forme même des cellules de bordure ne présente pas de complication. Les arêtes externes sont bien accusées, mais les internes le sont très peu, de sorte que les lèvres des cellules de bordure ont l'air de se prolonger directement à la rencontre des cellules annexes.

Stéréome. — Le stéréome foliaire des Stilboïdées varie considérablement suivant les espèces considérées. Les lieux de développement privilégiés pour le squelette sont définis par la forme même de la feuille : ce sont les extrémités des bords enroulés et le microptère.

Certaines espèces se contentent de la carapace formée par leur épiderme extérieur et ne développent en fait de stéréome que quelques stéréides dans le bois de leurs faisceaux, tant dans le microptère que dans les bords enroulés. Il en est ainsi, par exemple, chez le *Stilbe ericoides*, où le stéréome se réduit à trois petits massifs de libriforme situés l'un dans le microptère, les deux autres dans les marges enroulées. Ceux des bords sont appuyés contre l'épiderme extérieur et ne sont pas accompagnés d'éléments péricycliques; celui du microptère est accompagné d'une ou deux stéréides péricycliques, il est complètement plongé dans le chlorenchyme. Le *S. albiflora* présente un stéréome distribué d'une façon tout à fait semblable. Enfin, la feuille de l'*Eurylobium serrulatum* paraît entièrement dépourvue de stéréome.

D'autres espèces offrent au contraire un stéréome extrêmement développé, qui donne à la feuille une rigidité remarquable. Le *Stilbe phylicoides* possède une feuille très instructive à cet égard (fig. 5). Le bois du faisceau médian, situé quelques

assises au-dessous de l'épiderme extérieur, ne joue qu'un rôle très accessoire dans la formation du stéréome. En revanche, le stéréome péricyclique envahit toute la région médiane du microptère, en s'étendant graduellement à droite et à gauche. Il arrive de la sorte à être adossé à l'épiderme extérieur du microptère sur toute sa largeur. L'ensemble de la section du stéréome dans le microptère a donc la forme d'un ⊥. Un phénomène tout à fait semblable a lieu pour le stérérome péricyclique dépendant des faisceaux dans les bords foliaires enroulés. Ce stéréome s'annexe les tissus situés entre le faisceau et l'épiderme et remplit l'extrémité des marges foliaires. Il faut toutefois remarquer qu'il reste toujours 1-2 assises de chlorenchyme entre le stéréome et l'épiderme interne dans les bords enroulés. — Le *S. Pinastra* offre un stéréome peut-être encore plus développé en moyenne que dans l'espèce précédente. Ici on constate nettement l'hétérogénéité du système foliaire. Dans le microptère, par exemple, on voit un faisceau ligneux très caractérisé, beaucoup plus que chez le *S. phylicoides*; ce faisceau comprend jusqu'à 10 files d'éléments. A l'extérieur du faisceau ligneux se trouve une étroite région libérienne, bien difficile à distinguer du chlorenchyme environnant, attendu que ses cellules sont très chlorophylliennes. La région libérienne est limitée par quelques stéréides péricycliques isolées, auxquelles succède un stéréome compact qui remplit entièrement le microptère jusqu'à l'épiderme. Ont donc pris part à la constitution du stéréome, outre le bois et le péricycle, toutes les régions situées entre le péricycle et l'épiderme, lesquelles ont une valeur morphologique corticale.

Entre les deux extrêmes qui viennent d'être décrits, on trouve des moyens termes, chez lesquels il existe un stéréome médiocre dans les marges foliaires, tandis que le squelette du microptère est très loin de s'étendre jusqu'à l'épiderme (*Campylostachys cernua*, *Euthystachys abbreviata*, *Xeroplana Zeyheri*).

Le stéréome foliaire possède des cellules très fortement sclérifiées et très rapidement lignifiées (*Stilbe Pinastra*, *S. phylicoides*, etc.). Certaines espèces paraissent cependant lignifier leur stéréome plus lentement. Ainsi les feuilles du *Xeroplana Zeyheri* ne réagissent encore qu'imparfaitement en face de la coralline, de la chrysoïdine ou de la phloroglucine chlorhydrique, à un degré de développement où, chez les autres espèces, le stéréome est entièrement lignifié.

Système libéro-ligneux. — Nous avons déjà donné à propos du stéréome plusieurs indications sur le bois et le liber dans la feuille des Stilboïdées. Les deux systèmes sont en effet intimement liés l'un à l'autre. Le liber est extrêmement réduit; le bois

l'est aussi, mais dans de moindres proportions; du reste, la constitution des deux tissus ne présente pas, dans la feuille, de particularités nouvelles. Avant même d'entrer dans le limbe, la trace foliaire médiane se ramifie pour envoyer un faisceau dans chaque marge foliaire et 1-2 intermédiaires situés entre le microptère et les marges. Il n'y a que le faisceau médian qui permette de reconnaître une disposition régulière des stéréides et des éléments vasculaires en files; les autres faisceaux ont leur bois constitué par un petit îlot de ces éléments groupés sans ordre. Chez le *Stilbe albiflora* et l'*Eurylobium serrulatum*, le faisceau médian montre un degré de réduction presque aussi grand que les faisceaux latéraux des autres espèces,

Chlorenchyme. — Ce tissu remplit complètement l'intérieur de la feuille et enveloppe presque partout le stéréome et le système conducteur. Il est formé par deux sortes de cellules : des palissades et des cellules spongieuses.

Les palissades sont toujours situées en une seule rangée sous l'épiderme extérieur *supérieur ;* elles font défaut non seulement sous l'épiderme intérieur, mais encore sous cette portion d'épiderme extérieur qui recouvre le sommet du microptère. La forme des palissades varie quelque peu d'espèce à espèce. Tantôt elles sont étroites et allongées, répondant au type général d'une palissade caractérisée (*Xeroplana Zeyheri*) ; tantôt elles sont plus larges et plus courtes (*Campylostachys cernua, Eurylobium serrulatum, Stilbe phylicoides, S. ericoides, S. albiflora, S. Pinastra*) ; parfois enfin elles sont plus lâches et peu différentes du parenchyme spongieux sous-jacent (*Euthystachys abbreviata*).

Quant au chlorenchyme spongieux, il se présente tantôt avec des cellules arrondies et difformes, même un peu rameuses, tantôt avec des éléments polyédriques plus réguliers. Cette différence tient à la densité des éléments du chlorenchyme. Dans le premier cas, les cellules sont moins abondantes dans l'unité de surface, dans le second cas elles sont très nombreuses. Quand le chlorenchyme spongieux a des cellules arrondies ou difformes, il est parcouru par de larges et fréquents méats aérifères (*Campylostachys cernua, Euthystachys abbreviata, Xeroplana Zeyheri, Stilbe phylicoides*) ; quand ce même chlorenchyme a des cellules polyédriques, il devient opaque et pauvre en méats (*Stilbe Pinastra, S. albiflora, S. ericoides, Eurylobium serrulatum*).

§ 5. — CONCLUSIONS SYSTÉMATIQUES

Résultats généraux. — Le premier résultat de cette étude est de mettre au jour l'homogénéité parfaite du groupe des Stilboïdées, homogénéité qui ressort d'une manière plus vive encore que par la morphologie, qui la démontre cependant aussi. Non seulement tous les caractères phylétiques, c'est-à-dire ces caractères qui ne peuvent être mis en relation directe avec le milieu actuel, varient dans des limites très étroites, mais encore l'épharmonisme est parallèle chez tous les membres du groupe. Ce dernier point a une certaine importance au point de vue des affinités, car il n'est *a priori* pas nécessaire que deux organismes s'adaptent au milieu ambiant par des processus identiques. Ce qui est nécessaire physiologiquement, c'est l'adaptation, peu importe comment cette dernière est réalisée. Le fait que l'adaptation se réalise chez toutes les Stilboïdées d'une façon semblable est une preuve supplémentaire de la justesse des rapprochements qui ont donné lieu à la création du groupe.

Il n'est pas possible d'indiquer actuellement s'il existe des caractères diagnostiques d'ordre anatomique séparant les Stilboïdées des autres tribus de Verbénacées, cette famille étant encore très peu connue à ce point de vue. Nous nous bornerons donc à donner une diagnose anatomique de la sous-famille telle qu'elle ressort de nos recherches. Nous y ajouterons un conspectus anatomique des Stilboïdées qui ont été étudiées dans ce mémoire. On verra que les espèces peuvent toutes être reconnues aisément à l'aide de leurs caractères végétatifs et que les genres peuvent aussi être caractérisés anatomiquement d'une façon naturelle.

Diagnose anatomique des Stilboïdées. — *Caractères phylétiques.* Tige de section polygonale ou pourvue de microptères. Système indumentaire consistant en poils flagelliformes, à cellule flagelliforme très allongée, fortement sclérifiée, à cellule basilaire pourvue de parois moins épaisses. Système glanduleux localisé dans les feuilles, où il consiste en glandes stipitées à adénophore sérié 1-3 cellulaire, à glande 1-pluricellulaire, à divisions verticales. Écorce caulinaire dépourvue de stéréome (exc. *Eurylobium serrulatum*), ord. faiblement chlorophyllienne, à assise phloeotermique non différenciée. Stéréome péricyclique peu développé dans la tige, parfois davantage dans la feuille. Faisceaux libéro-ligneux disposés dans la tige en un seul cercle, bientôt confluents, à endoxyle faible, ord. très réduits dans la feuille; course caractérisée par des traces foliaires 1 fasciculées,

compliquées par la polymérie des verticilles (pour les détails voir p. 15-19). Péridermes secondaires au nombre de deux, le premier prenant naissance dans l'écorce, le second naissant sous le stéréome péricyclique. Bois et liber secondaires sans couches distinctes. Liber à parenchyme abondant, à tubes criblés du type *Cucurbita*, avec cellules compagnes, peu abondants, à scléréides très rares. Bois constitué par du parenchyme périvasculaire, des stéréides normales, des vaisseaux ouverts et des trachéides à doubles ponctuations, parcouru par des rayons de parenchyme ponctué à cellules appartenant au type « couché » ± caractérisé, 1-6 sériés, hauts de 3-18 étages; mode de perforation des vaisseaux ouverts variable et recloisonnement des stéréides presque nul ou très peu caractérisé et rare. Moelle persistante. Tout l'espace laissé libre dans les feuilles à l'intérieur de l'épiderme est rempli par du chlorenchyme qui enveloppe les systèmes conducteur et squelettaire ; côte médiane de la feuille prolongée en dessous en microptère ; stomates entourés par au moins 4 cellules annexes. Laticifères et autres glandes internes nulles. Liber périmédullaire nul. Cystolithes nuls. Dépôts de cristaux sans caractères constants.

Caractères épharmoniques. Épiderme de la tige et de la feuille simple. Épiderme extérieur (surface des microptères, face supérieure des feuilles) à macrocytie accusée, à paroi externe sclérifiée et fortement cuticularisée, à cuticule relativement mince mais fortement plissée. Épiderme intérieur (parois des canalicules entre les microptères, paroi des chambres foliaires) à microptère accusée, à paroi externe relativement mince et faiblement protégée par la cutine, portant normalement seul des poils à l'état adulte et des stomates surélevés. Envahissement du microptère foliaire par le chlorenchyme ; développement d'un appareil de soutien à l'extrémité des marges foliaires incurvées.

Conspectus des caractères anatomiques spéciaux aux genres et aux espèces. — On remarquera que les caractères des genres sont empruntés en première ligne au nombre des angles ou des microptères et à l'organisation générale de la tige, caractères qui sont phylétiques à un plus haut degré que les autres.

I. Tige primaire trigone portant 3 microptères, protégeant trois canalicules dans lesquels sont localisés les stomates, l'indument et un épiderme microcytique. Écorce ± collenchymateuse sur les faces. Stéréome péricyclique très faible. Manchon ligneux trigone, à angles prolongés dans les microptères. Section des

feuilles en fer à cheval; stéréome assez développé dans les marges, débile dans le microptère; palissades nettes; chlorenchyme spongieux lâche.

Xeroplana Zeyheri.

II. Tige primaire quadrangulaire.

1. Angles de la tige pourvus d'une côte arrondie, sans formation de microptères bien accusée; faces creusées de deux canalicules séparés par un mamelon et dans lesquels sont localisés quelques rares stomates; stéréome péricyclique en bande mince et interrompue; manchon ligneux de section carrée. Section des feuilles en fer à cheval ou arrondie; stéréome médiocre; palissades médiocres; chlorenchyme spongieux lâche . . . . *Campylostachys cernua.*

2. Angles de la tige prolongés en microptères étroits, allongés, remplis de chlorenchyme; écorce remplie de chlorenchyme sur les faces qui sont ± planes et ne sont point protégées par les microptères; stéréome péricyclique en bande mince et interrompue; manchon ligneux de section carrée. Section des feuilles ± trigone, à marges repliées en dessous; stéréome du microptère médiocre; celui du bord des marges nul, en revanche il en existe plusieurs paquets accompagnant les faisceaux latéraux; palissades peu différenciées; chlorenchyme spongieux lâche . . . . *Euthystachys abbreviata.*

3. Angles de la tige pourvus d'une côte arrondie, sans formation de microptères; faces ± planes pourvues de poils et de stomates; stéréides corticales irrégulièrement développées contre un phellogène profond, en petits groupes; stéréome péricyclique en bande mince et souvent interrompue; manchon ligneux de section carrée. Section des feuilles ± triangulaire; point de stéréome; faiceaux réduits; palissades médiocres; chlorenchyme dense

Eurylobium serrulatum.

III. Tige primaire de section polygonale, présentant plus de 4 côtés.

1. Stéréome du microptère foliaire extrêmement développé, atteignant l'épiderme externe du microptère.

A. Tige primaire pourvue de 5 microptères, déterminant sur les faces la présence de 5 canalicules dans lesquels sont localisés l'indument (surtout à l'état adulte), les stomates et un épiderme microcytique; stéréome péricyclique en petits paquets à la périphérie du liber; manchon ligneux

de section pentagonale. Feuille à contours vaguement arrondis; chlorenchyme lâche . . . . , ... *Stilbe phylicoides.*

B. Tige primaire vaguement pentagonale, à faces pourvues de microptères supplémentaires; ces dernières d'abord étroites et chlorophylliennes, ensuite plus larges et incolores. Feuilles à contours arrondis; chlorenchyme dense . . . . *Stilbe Pinastra.*

2. Stéréome du microptère foliaire peu ou médiocrement développé, n'atteignant jamais l'épiderme externe du microptère.

A. Tige primaire de section hexagonale, chaque angle faisant saillie sous la forme d'un fort mamelon et déterminant sur les faces 6 canalicules, sans qu'il y ait formation nette de microptères, ni différenciations correspondantes dans l'épiderme, stéréome péricyclique en bande mince et interrompue; manchon ligneux hexagonal. Feuilles à section en forme de fer à cheval; stéréome très faiblement développé; chlorenchyme dense . . . . *Stilbe ericoides.*

B. Tige primaire de section octogonale, présentant du reste les mêmes caractères que l'espèce précédente. Feuilles de section ± trigone, à marges repliées en dessous; stéréome très réduit; chlorenchyme dense. *Stilbe albiflora.*

III

CHLOANTHOÏDÉES

§ 1. — INTRODUCTION

Les Chloanthoïdées ont d'abord été établies comme groupe distinct par Bentham, qui les a considérées comme une tribu de Verbénacées, sous le nom de Chloanthées [1]. Nous avons élevé cette tribu au rang de sous-famille, pour nous mettre d'accord avec la gradation des caractères morphologiques admise par nous chez les Verbénacées [2].

Ce qui a tout d'abord attiré notre attention sur les Chloanthoïdées, c'est le fait qu'elles jouent parmi les Verbénacées à inflorescence définie le même rôle que jouent les Stilboïdées parmi les Verbénacées à inflorescence indéfinie. C'est un groupe qui se distingue en effet essentiellement par la présence d'albumen dans les semences adultes; on se rappelle que c'est là aussi le principal critère distinctif des Stilboïdées. Une autre raison consiste dans l'analogie qui existe dans les conditions d'existence extrêmes qui sont imposées à ces deux groupes, l'un en Afrique, l'autre en Australie. Il était dès lors intéressant de voir jusqu'à quel point les variations épharmoniques divergeraient ou convergeraient dans les deux sous-familles.

Nous avons distingué parmi les Chloanthoïdées trois tribus: les Physopsidées, les

[1] Bentham, dans Bentham et Hooker, *Genera plantarum*, II, 2, p. 1132 et 1139 (ann. 1867).

[2] Briquet, dans Engler und Prantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, II[ter] Teil, Abt. 3, p. 144 et 160-164.

Chloanthées et les Acharitées[1]. Cette division laisse déjà concevoir une certaine hétérogénéité morphologique qui est pleinement confirmée par les caractères que nous avons donnés de ces groupes. Une preuve de cette hétérogénéité relative, c'est l'époque tardive à laquelle la division des Chloanthoïdées a été établie et aussi le fait que les anciens auteurs, tels que Schauer, Endlicher et autres, distribuaient les Chloanthoïdées dans différentes tribus des Verbénacées. Il était important de voir jusqu'à quel point la variété des caractères morphologiques se retrouverait dans le domaine histologique.

Enfin et surtout, il était nécessaire de se livrer à l'étude de la structure interne des Chloanthoïdées parce que la littérature ne fournit aucun renseignement à ce sujet : les Chloanthoïdées sont complètement inédites à cet égard et on ne pouvait songer à traiter les questions mentionnées plus haut avant d'avoir posé au moins quelques jalons. Les seules indications fournies par les auteurs consistent dans le signalement de poils rameux ou plus ou moins étoilés qui caractérisent beaucoup de Chloanthoïdées. R. Brown les a le premier mentionnés chez les *Chloanthes* et les *Pityrodia*[2]. Gaudichaud les a signalés et figurés dans son genre *Quoya* (actuellement *Pityrodia*)[3]. Turczaninow les a aperçus chez les *Lachnostachys* et autres[4]. Endlicher chez les *Mallophora*[5]. Bocquillon les a décrits et figurés chez plusieurs Chloanthoïdées[6]. Enfin Bentham a mentionné la présence de poils rameux dans la diagnose même de sa tribu des Chloanthées, tant ces organes lui ont paru caractéristiques[7]. Mais personne n'a jamais examiné ces poils d'un peu près et, à part ce détail, comme nous l'avons dit, l'anatomie du groupe des Chloanthoïdées restait à faire[8].

Malheureusement, les Chloanthoïdées sont des plantes très rares dans les herbiers. Plusieurs espèces n'existent encore qu'en un très petit nombre d'échantillons et

[1] Briquet, l. c.

[2] R. Brown, *Prodromus floræ Novæ Hollandiæ*, p. 513.

[3] Gaudichaud, dans Freycinet, *Voyage autour du monde de l'Uranie et la Physicienne*. Botanique, p. 453, tab. 66.

[4] Turczaninow, in *Bull. Soc. imp. nat. Moscou*, ann. 1849, II, p. 34 et 36; ann. 1863, II, p. 215.

[5] Endlicher, *Stirpium novarum decades*, p. 64.

[6] Bocquillon, *Revue du groupe des Verbénacées*, pl. III, fig. 14 et 24 (Adansonia, II et III).

[7] « Frutices rarius herbæ tomentosi lanati v. *pilis ramosis vestiti vel conspersi*, etc. » (Bentham, l. c., p. 1132).

[8] Nous ne connaissons qu'une indication histologique relative aux Chloanthoïdées, c'est celle de M. Solereder qui attribue au *Chloanthes Stœchadis* des perforations vasculaires scalariformes. Voy. Solereder, *Ueber den systematischen Werth der Holzstruktur*, p. 204. Munich, 1885.

ceux-ci ne peuvent, vu leur valeur en tant que types, être sacrifiés à des recherches anatomiques. Nous avons donc dû nous borner aux organes aériens des espèces suivantes représentées à l'herbier Delessert et à l'herbier Boissier.

Chloanthes Stœchadis R. Br. — Bruyères arides de la Nouvelle Galles du Sud.

C. coccinea Bartl. — Terrains arides de l'Australie occidentale.

Pityrodia uncinata Benth. — Même distribution.

P. Bartlingii Benth. Même distribution

P. racemosa Benth. — Même distribution.

P. dilatata F. v. Muell. — Même distribution.

P. atriplicina F. v. Muell. — Même distribution.

Lachnostachys albicans Hook. — Même distribution.

L. ferruginea Hook. — Même distribution.

Dicrastyles Stœchas Drumm. — Même distribution.

Cyanostegia angustifolia Turcz. — Même distribution.

C. lanceolata Turcz. — Même distribution.

Spartothamnella juncea Briq. — Terrains rocailleux et arides du Queensland et de la Nouvelle Galles du Sud.

§ 2. — TIGES PRIMAIRES POURVUES DE MACROPTÈRES

Organisation générale ; macroptères ; distribution des tissus. — Les Chloanthoïdées dont les tiges sont pourvues de macroptères offrent une des plus remarquables adaptations que nous connaissions à la vie dans un milieu aride et brûlé du soleil.

Rappelons d'abord quelle est la signification morphologique et physiologique des macroptères. Nous avons défini ces organes en disant que certaines plantes « augmentent le produit du travail assimilateur des feuilles en y ajoutant celui d'organes caulinaires spéciaux. Certains côtés de la tige se développent en ailes de grande surface pourvues d'un appareil chlorophyllien très développé et d'un système libéro-ligneux correspondant »[1].

Les macroptères des Chloanthoïdées répondent exactement à cette définition, mais ils possèdent une fonction de plus : c'est d'envelopper presque complètement l'axe de la tige (fig. 6) et de la protéger ainsi contre les effets d'une trop abondante

[1] Briquet, *Les Cytises des Alpes maritimes*, pag. 85 et suivantes (dans Burnat, *Matériaux pour servir à l'histoire de la flore des Alpes maritimes*).

transpiration. C'est là un caractère excessivement rare, sinon entièrement nouveau [1], et qui donne à l'étude de ces plantes le plus haut intérêt.

Les feuilles des Chloanthoïdées macroptériennes sont continues avec les macroptères, fait que les morphologistes commentent en disant que le limbe des feuilles est décurrent sur toute la longueur des entrenœuds. Mais il ne faut pas oublier qu'il existe des macroptères non continus avec la feuille (*Lathyrus*, *Vicia*, *Genista sagittalis*, etc.), et que l'on parle alors de tiges ailées et non pas de feuilles décurrentes. Les auteurs qui se sont occupés de ces questions sont divisés sur l'interprétation morphologique des macroptères. Les uns distinguent : 1° des macroptères

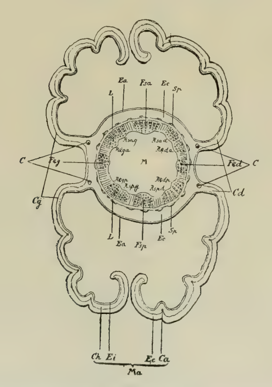


Fig. 6. — Section transversale d'ensemble d'un jeune entrenœud du *Chloanthes Stœchadis*. ***Ma***, macroptères constitués par un épiderme externe ***Ee***, une couche de chlorenchyme ***Ch*** et un épiderme interne ***Ei***; en ***Ca***, petits faisceaux anastomotiques. — ***C***, cordons libéro-ligneux internes des macroptères. — ***Cd***, couple de macroptères droit. — ***Cg***, Couple de macroptères gauche. — ***Ea***, épiderme de l'axe. — ***Ec***, écorce de l'axe. — ***Sp***, îlots de stéréome péricyclique. — ***M***, moelle. — Se reporter au texte pour les notations de faisceaux. — Grossissement $\frac{25}{1}$.

appartenant à la tige en propre, et qui ne seraient dus qu'à un développement particulier de l'écorce ; 2° des macroptères appartenant à la feuille concrescente

[1] Nous n'en connaissons pas d'autre exemple.

avec la tige le long des entrenœuds. D'autres auteurs ne veulent voir dans les macroptères que des productions de la tige, et cela dans tous les cas. Comme on voit, il y a là un problème morphologique dont la solution particulière pour le cas des *Chloanthes* possède un intérêt général.

Une coupe transversale à travers un jeune entrenœud de Chloanthoïdée macroptérienne présente les traits généraux suivants (fig. 6). Au centre on voit l'axe de la tige. Cet axe est d'abord plus ou moins carré, mais il s'arrondit très rapidement et c'est avec une section circulaire qu'on l'observe presque toujours. En deux points opposés de la périphérie de l'axe apparaissent les macroptères accouplés, au nombre de 4. Si nous orientons notre section de sorte que nous ayons un couple de macroptères à droite et un couple à gauche, on se trouvera avoir devant soi les macroptères appartenant à une feuille antérieure et de l'autre côté de la coupe les macroptères correspondant à une feuille postérieure. Par conséquent, *dans chaque couple de macroptères il existe*, pour se servir du langage des morphologistes, *la base décurrente de deux feuilles différentes et opposées.* On se rend facilement compte de la raison de cette organisation si l'on considère que ce sont les marges des feuilles qui se prolongent en macroptères. Or, comme les feuilles sont sensiblement plus larges que le diamètre des tiges et qu'elles sont opposées, leurs bords se trouvent tout naturellement rapprochés aux nœuds et par suite les macroptères opposés se trouvent aussi rapprochés deux par deux. Nous avons cru devoir entrer dans quelques détails sur cette position des macroptères parce que, au premier abord, on a la tendance de considérer chaque couple comme correspondant à une feuille et on se trouve très désorienté en voyant alors l'épiderme externe placé du côté qui correspond à la face inférieure de la feuille, tandis que le contraire devrait avoir lieu. Les deux macroptères divergent immédiatement dans chaque couple et s'incurvent l'un à droite, l'autre à gauche. Par conséquent les macroptères correspondant à la base d'une seule et même feuille sont enroulés l'un vers l'autre. L'axe de la tige est donc enveloppé par les macroptères de deux côtés opposés, et comme les macroptères sont rapprochés par couples, les parties de l'axe exposées à l'air libre sont réduites à une très petite surface. Les extrémités des macroptères se touchent, isolant ainsi une épaisse couche d'air entre l'axe et les ailes. Telle est à grands traits l'organisation bizarre de la tige chez les Chloanthoïdées macroptériennes.

Les régions et les tissus que nous avons à passer en revue sont les suivants :

l'épiderme, qui se présente avec des caractères très différents suivant qu'il recouvre l'axe, la face interne des macroptères ou la face externe de ces derniers, les annexes de l'épiderme, le chlorenchyme qui est localisé dans les macroptères, l'écorce de l'axe, le système libéro-ligneux cortical, le cylindre central et le système libéro-ligneux axile.

Épiderme. — L'épiderme extérieur des macroptères est très fortement macrocytique; ses cellules atteignent jusqu'à 8, 10 et 12 fois le calibre de celles de l'épiderme interne. Exposé partout à l'air libre, l'épiderme externe ne se contente pas de fonctionner comme réservoir aquifère volumineux, il se protège contre les effets de la siccité et de la chaleur en sclérifiant et en cutinisant ses parois extérieures. Chez le *Chloanthes Stœchadis*, la cuticularisation de la paroi externe est presque complète ; elle envahit les parois radiales qui sont minces. La sclérification, tout en étant prononcée, n'est pas très considérable ; la paroi externe est environ deux fois plus épaisse que l'interne (fig. 7 *B*). En revanche la *C. coccinea* possède des parois externes dont la force dépasse le diamètre du lumen sous-jacent (fig. 7 *C*) et atteint jusqu'à 12 fois l'épaisseur de la paroi interne. Ici aussi la paroi externe est entièrement cuticularisée ; la cuticularisation est cependant moindre ou faible dans la couche la plus interne de la paroi, qui est souvent bombée du côté du lumen. Cet épiderme recouvre entièrement la face externe des macroptères ; il s'arrête brusquement à leur extrémité.

Tout autre est l'épiderme de la face interne. Ses cellules microcytiques le font immédiatement distinguer de l'épiderme externe. Les parois extérieures sont minces, non cuticularisées. Sur beaucoup de points l'utricule primordial contient de la chlorophylle. Enfin cet épiderme est pourvu de stomates assez petits, à arête interne presque nulle et à chambre respiratoire non ou à peine développée.

Si nous envisageons maintenant l'épiderme de l'axe (fig. 7 *D*), nous trouverons un tissu qui a beaucoup d'analogie avec l'épiderme interne des macroptères. Les cellules ont une paroi externe qui est à peine plus épaisse que les parois radiales et interne ; il n'y a pas de cuticularisation dans les couches sises au-dessous de la cuticule. Mais les éléments sont plus gros, incolores, et surtout cet épiderme ne porte point de stomates, fait qui est en relation évidente avec l'absence de chlorenchyme dans l'écorce sous-jacente.

Annexes de l'épiderme ; poils et glandes. — C'est ici le lieu de mentionner le fait que, le limbe des microptères étant rugueux, les sections transversales de ces organes

décrivent une ligne zigzaguante ou en sinusoïde. Chez le *Chloanthes Stœchadis*, à l'endroit où le macroptère décrit un contour ou un angle, les cellules épidermiques (surtout de l'épiderme externe) deviennent plus grosses et portent de gros poils rameux. Ces poils sont souvent insérés sur une base pluricellulaire et ont des cellules unisériées qui diminuent rapidement de calibre de bas en haut. Après un ou deux éléments ajoutés bout à bout, le poil se ramifie irrégulièrement à plusieurs degrés. L'extrémité des branches du poil est conique. Ces poils ont des parois assez épaisses, cuticularisées et pourvues de fines perles cuticulaires. L'axe de la tige porte aussi des poils rameux, mais moins gros ; en particulier les cellules basilaires ne reposent pas sur une base pluricellulaire et leur calibre diffère peu de celui des éléments suivants. — Le *C. coccinea* offre une organisation tout à fait différente. L'épiderme externe des macroptères est tout à fait glabre. En revanche, sur tous les points où les nervures font saillie en dedans, l'épiderme interne porte d'énormes touffes de poils rameux. Ces poils sont extrêmement longs, crépus et entrelacés, de façon à former une sorte de laine (fig. 7 *A*). Les cellules en sont allongées, à parois

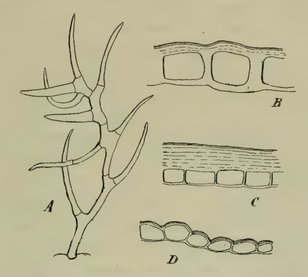


Fig. 7. — *A*, poil rameux du *Chloanthes coccinea*. Gross. $\frac{50}{1}$. — *B*, section transversale de l'épiderme externe des macroptères chez le *Chloanthes stœchadis*. — *C*, id. du *Chloanthes coccinea*; *D*, épiderme de l'axe chez le *Chloanthes coccinea*. — Grossissement $\frac{116}{1}$.

minces, très faiblement cuticularisées et dépourvues de perles cuticulaires. Ces touffes de poils sont très fournies à l'extrémité des macroptères, où elles interceptent complètement la communication entre l'atmosphère extérieure et l'atmosphère intérieure. L'axe porte lui-même en plusieurs endroits de ces touffes laineuses.

Les glandes stipitées font défaut chez le *C. Stœchadis*, qui n'a que quelques rares grosses glandes sessiles. Les glandes sont, au contraire, abondantes sur la face interne des macroptères du *C. coccinea*, et de deux sortes. Les unes, très grosses, sont presque sessiles. Les autres, beaucoup plus petites, possèdent un adénophore haut de 2-3 cellules, couronné par une petite tête 1-3 cellulaire, à cloisonnements verticaux.

Chlorenchyme. — Le chlorenchyme est strictement localisé dans les macroptères, qu'il remplit intégralement à l'intérieur des épidermes. Chez le *C. Stœchadis* le chlorenchyme est constitué par des éléments globuleux, serrés. Le *C. coccinea* est déjà plus compliqué, car la couche qui est appliquée immédiatement contre l'épiderme extérieur possède des caractères palissadiques. Les cellules ont la forme de barillets et sont nettement perpendiculaires à la surface des macroptères. Au-dessous de cette couche palissadique apparaissent les éléments arrondis déjà mentionnés pour le *C. Stœchadis*.

Écorce de l'axe. — Tant chez le *Chloanthes Stœchadis* que chez le *C. coccinea*, l'écorce de l'axe n'atteint qu'une profondeur de 3-4 cellules. C'est un parenchyme incolore, à éléments polyédriques, serrés, sans cependant que la densité aille jusqu'à supprimer les méats aérifères assez nombreux. Le phloeoterme n'est pas différencié. On reconnaît cependant toujours facilement la limite du cylindre central et de l'écorce, grâce au fait que le péricycle est développé en stéréome.

Système libéro-ligneux macroptérique. — Ainsi que nous l'avons montré ailleurs [1], *le développement d'un système libéro-ligneux dans les macroptères est nécessaire et concomitant avec l'extension du chlorenchyme*. Les Chloanthoïdées ne font point exception à cette règle.

Les cordonnets libéro-ligneux qui s'anastomosent dans les macroptères sont excessivement ténus et constitués seulement par un ou deux éléments de liber et de bois. Il est assez difficile de les mettre en évidence, plongés qu'ils sont dans un abondant chlorenchyme. Leur emplacement est trahi par le fait qu'ils sont toujours situés dans des nervures saillantes à la face interne des macroptères, lesquelles correspondent à des sillons sur la face externe de ces organes. Le plus gros de ces cordonnets circule le long du bord interne du macroptère, là où ce dernier rejoint l'écorce de l'axe (fig. 8). Ce cordonnet est dépourvu de stéréome péricyclique, mais on reconnaît chez lui, outre quelques éléments ligneux, un ou deux tubes criblés

[1] Briquet, l. c., p. 85-94.

accompagnés de parenchyme tendre. L'orientation des faisceaux du macroptère est telle qu'au voisinage de l'écorce de l'axe, le bois est tourné vers l'épiderme extérieur et le liber vers l'épiderme intérieur. Dans aucun cas on n'observe d'orientation des faisceaux semblable à celle des faisceaux stéliques ou même d'orientation sécantielle.

Le réseau des faisceaux macroptériques offre une disposition réticulée absolument semblable à celle des feuilles ; les mailles en sont polygonales et irrégulières.

Existe-t-il une relation entre le système libéro-ligneux macroptérique et le système libéro-ligneux axile ? Ce point est d'une importance capitale pour l'interprétation non seulement du système en question, mais encore pour fixer la valeur morphologique des macroptères mêmes dans le genre *Chloanthes*. Aussi avons-nous répété plusieurs fois des coupes en série dans l'étendue de plusieurs entrenœuds successifs. Ce travail a produit un résultat toujours identique : il n'y a aucune relation entre le système libéro-ligneux macroptérique et le système libéro-ligneux de l'axe qui porte les macroptères. Une section opérée au travers d'un nœud *n* quelconque, au point où les marges foliaires deviennent macroptères, montre au bord interne de chaque macroptère un faisceau qui provient d'une nervure latérale de la feuille. Ce faisceau est le cordonnet qui a été mentionné ci-dessus ; il est relié avec le faisceau provenant de la nervure médiane par une robuste anastomose transversale. A partir de ce point, il ne donne des branches que du côté du macroptère et descend tout le long de cet organe sans être relié en aucun point avec le cylindre central. A la base de l'entrenœud, les deux macroptères sont extrêmement rapprochés dans chaque couple ; ils sont reliés avec l'axe par un podium commun. Il semble au premier abord qu'il y ait là une circonstance favorable au raccord du système macroptérique avec le système axile au moyen d'un faisceau commun. Il n'en est rien, le cordonnet interne de chaque macroptère se termine en cul-de-sac après s'être anastomosé une dernière fois avec le faisceau macroptérique le plus voisin, et, au nœud ($n - 1$), il ne contracte pas plus de rapport avec le système axile que dans l'entrenœud parcouru (fig. 8).

Si l'on surveille la façon dont se comportent dans la stèle caulinaire les faisceaux les plus voisins du macroptère, on constatera sans peine que, non seulement ils n'envoient aucun diverticule ou aucune anastomose du côté des cordonnets macroptériques voisins, mais encore que leur disposition est invariable tout le long de l'entrenœud. C'est là du reste un point sur lequel nous reviendrons plus loin.

Cylindre central et système libéro-ligneux axile. — Le péricycle est régulièrement développé en stéréome. Chez le *Chloanthes Stœchadis*, ce stéréome est constitué par une couronne mince et souvent interrompue. Chez le *C. coccinea*, la couronne est également interrompue, mais plus épaisse, de sorte que les stéréides forment de petits paquets. Dans les deux espèces, les stéréides sont fortement sclérifiées et très rapidement lignifiées.

Le liber est peu développé. Celui du *C. Stœchadis* atteint tout au plus une épaisseur de 4 cellules. Les tubes criblés, rares et disséminés, sont accompagnés de cellules-compagnes très étroites; ils appartiennent au type *Cucurbita*. Le *C. coccinea*

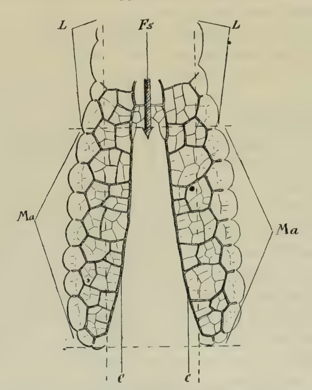


Fig. 8. — Course des faisceaux dans les macroptères caulinaires du *Chloanthes Stœchadis*. — *Ma*, macroptères. *L*, limbe foliaire. *Fs*, faisceau foliaire sortant. *C*, cordonnets marginaux internes des macroptères.

a un liber un peu plus épais et caractérisé de bonne heure par la présence de nombreuses scléréides.

Le bois primaire ne présente pas de caractères spéciaux. Les trachées initiales et suivantes sont spiralées ou annelées. L'endoxyle est peu abondant; il sclérifie et lignifie ses éléments très rapidement. La moelle est persistante, de section ± ar-

rondie chez le *C. Stœchadis*, de section plus carrée chez le *C. coccinea;* ses cellules sont rapidement lignifiées, faiblement sclérifiées et pourvues de ponctuations simples. Les rayons de parenchyme des faisceaux aboutissent dans l'endoxyle.

COURSE DES FAISCEAUX LIBÉRO-LIGNEUX DANS LA STÈLE CAULINAIRE [1]. — L'étude comparée de quelques segments pris sur des pousses de l'année nous a montré qu'il ne se produisait que des variations insignifiantes aux différents niveaux. Un seul point mérite d'être mentionné, c'est le développement collenchymateux des tissus corticaux des nœuds, surtout chez le *C. Stœchadis*. Quant au système libéro-ligneux, voici la série des variations auxquelles il est soumis.

Une section transversale à travers un entrenœud *n* montre 12 faisceaux (fig. 6). Deux faisceaux foliaires sortant au nœud *n*, *Fsa*, *Fsp*, de développement moyen, sont placés sur les faces de la stèle dans le plan antéro-postérieur. Deux faisceaux foliaires sortant au nœud (*n* + 1), débiles, sont placés sur les côtés dans un plan perpendiculaire au précédent; ce sont les faisceaux *Feg*, *Fed*. Chacun de ces faisceaux est flanqué d'un réparateur à droite et à gauche. Les 8 réparateurs sont donc placés comme suit par rapport aux faisceaux foliaires :

Rsad, *Rgda*	entre	*Fsa*, *Fed*
Redp, *Rspd*	»	*Fed*, *Fsp*
Rspg, *Regp*	»	*Fsp*, *Feg*
Rega, *Rsag*	»	*Feg*, *Fsa*.

Les réparateurs sont plus volumineux que les foliaires, surtout que les foliaires expectants (latéraux), et ont une tendance à se rapprocher les uns des autres. Indépendamment de cela, les pointements ligneux des réparateurs *Rega*, *Regp*, *Reda*, *Redp* ont une tendance à se rapprocher des pointements ligneux de leurs faisceaux foliaires *Feg*, *Fed*, de sorte que, le développement des arcs interfasciculaires aidant, les côtés droit et gauche de la stèle sont occupés par une large lame libéro-ligneuse dans laquelle il faut de l'attention et des sections souvent répétées à diverses hauteurs pour voir combien de faisceaux entrent dans la composition de cette lame.

Au nœud *n*, la stèle s'étire considérablement selon son plan antéro-postérieur et laisse s'échapper les deux faisceaux *Fsa*, *Fsp*. Ces faisceaux se rompent, dès leur sortie de la stèle, en 3 masses, dont l'une centrale va occuper la nervure médiane de la feuille, tandis que les latérales sont des anastamoses se dirigeant vers le cor-

[1] Voy. pour le système des notations p. 5.

donnet interne des macroptères. Les réparateurs des faisceaux sortants s'unissent deux à deux, en comblant le vide formé par la sortie, et donnent ainsi naissance à deux nouvelles traces foliaires qui seront latérales dans l'entrenœud $(n+1)$ et destinées à sortir au nœud $(n+2)$. Cette union a lieu de telle sorte que

Rsag s'unisse avec *Rsad* et donne *Fea*
Rspg » *Rspd* » *Fep*.

Les réparateurs des faisceaux latéraux de l'entrenœud n s'élargissent dans le nœud et se divisent en deux branches dont l'une devient réparatrice du nouveau faisceau foliaire latéral voisin et l'autre réparatrice du nouveau faisceau foliaire sortant. En effet, les faisceaux foliaires latéraux de l'entrenœud n deviennent faisceaux sortants dans l'entrenœud $(n+1)$ et prennent la notation *Fsg*, *Fsd*. On a donc dans l'entrenœud $(n+1)$ 8 réparateurs issus comme suit des réparateurs de l'entrenœud n:

Read, *Rsda*	issus de	*Reda*
Rsdp, *Repd*	»	*Redp*
Repg, *Rsgp*	»	*Regp*
Rsga, *Reag*	»	*Reag*.

Ces réparateurs sont attribués comme suit aux faisceaux foliaires :

Pour	*Fea*	les réparateurs	*Reag*, *Read*
»	*Fsd*	»	*Rsda*, *Rsdp*
»	*Fep*	»	*Repg*, *Repd*
»	*Fsg*	»	*Rsga*, *Rspg*.

On retrouve donc, dans l'entrenœud $(n+1)$, 12 faisceaux qui sont, en partant de *Fsd*, et en allant de gauche à droite : *Fsd*, *Rsdp*, *Rlpd*, *Fep*, *Regp*, *Rsgp*,.*Fsg*, *Rsga*, *Reag*, *Fea*, *Read*, *Rsda*. Après quoi on retrouve *Fsd* (fig. 9).

Au nœud $(n+1)$ les mêmes fusions et divisions de faisceaux ont lieu qu'au nœud n, de sorte que l'entrenœud $(n+2)$ présente des faisceaux disposés d'une façon semblable à ceux de l'entrenœud n et pourvus d'une notation identique.

En résumé donc, chez les Chloanthoïdées pourvues de macroptères : *la trace*

foliaire est unifasciculée; cette trace entre dans la stèle au nœud n *et parcourt deux entrenœuds comme masse sortante; au nœud* (n — 2) *elle s'insère sur deux racines réparatrices qui descendent à leur tour deux entrenœuds avant de se greffer sur*

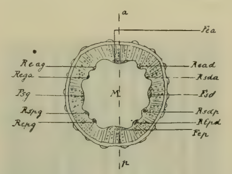


Fig. 9. — Section transversale du cylindre central dans un entrenœud ($n + 1$) chez le *Chloanthes Stœchadis*. (Se reporter au texte pour les notations).

des systèmes libéro-ligneux foliaires inférieurs (fig. 12). *L'analyse que nous venons de faire démontre encore une fois l'absence de relations entre le système des faisceaux de la stèle et celui des faisceaux macroptériques.*

Discussion de la valeur morphologique des macroptères des Chloanthoïdées et de leur système libéro-ligneux. — Nous avons dit quelques mots au commencement de cette étude (p. 46) des façons diverses dont on a interprété les macroptères des Dicotylédones. Avant d'examiner le cas particulier des *Chloanthes,* il convient de revenir en quelques mots sur ce sujet.

Cagnat a admis en 1848 que la tige des Dicotylédones pouvait être pourvue d'ailes de deux sortes: « Quelques-unes doivent être considérées comme des angles très aigus et amincis qui appartiennent à l'écorce (*Hypericum tetrapterum*), tandis que les autres, nerviées, sont formées par les feuilles décurrentes et continues avec la base de celle-ci » [1].

M. Clos a rejeté cette distinction et, en particulier, a repoussé tout rapport entre les macroptères et les feuilles [2]. Il admet trois sortes d'ailes: 1° les ailes *énerviées* formées par un développement de l'épiderme, soit seul, soit accompagné des autres couches cellulaires de l'écorce ; 2° les ailes *nerviées* généralement reliées aux ner-

[1] Cagnat, *Des rapports qui existent entre la disposition des feuilles, la forme des axes végétaux et celle de la moelle* (*Ann. des sc. nat.*, 3me série, IX, p. 366, année 1848).

[2] Clos, *Cladodes et axes ailés*, p. 17 (*Mémoires de l'Acad. des sciences de Toulouse,* 5me série, t. V, année 1861).

vures des feuilles et que l'on a désignées bien à tort sous le nom de décurrences; 3° les ailes qui, dans certaines plantes, à l'instar des cladodes ou des phyllodes, remplacent la feuille au point de vue physiologique, et que l'on peut appeler *ailes phyllodiques* ou *pseudophyllodes*. Toutes ces ailes appartiennent en propre à la tige.

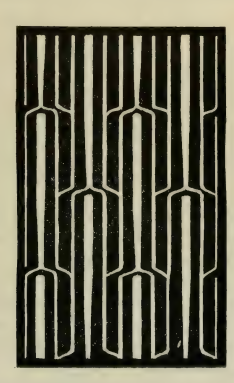


Fig. 10. — Schéma de la course des faisceaux stéliques dans la tige du *Chloanthes Stœchadis*.

M. Askenasy semble aussi considérer les macroptères comme appartenant exclusivement à la tige[1]. Mais comme dans les exemples qu'il cite il n'y a pas de plantes à feuilles « décurrentes », on ne saurait le ranger parmi les partisans de M. Clos.

Dans son grand travail sur les cladodes, M. Dingler n'a pas abordé la question qui nous occupe, et qui est pourtant connexe avec celle qu'il traite[2].

M. Pick[3] en énumérant les tiges qui augmentent leur surface d'assimilation en modifiant leur forme, semble admettre que les ailes ont toujours une valeur mor-

[1] Askenasy, *Botanisch-morphologische Studien*, p. 5. Frankfurt a. M., 1872.

[2] Dingler, *Die Flachsprosse der Phanerogamen, vergleichend morphologisch-anatomische Studien*, 1. Heft. Munich, 1885.

[3] Pick, *Beiträge zur Kenntniss des assimilirenden Gewebes armlaubiger Pflanzen*, p. 8. Bonn, 1881.

phologique caulinaire. Tout au moins ne mentionne-t-il pas l'existence de véritables décurrences [1].

Le problème ne nous paraît pas toujours susceptible d'être élucidé d'une façon absolue.

Il est évident que, quand les macroptères sont absolument distincts des feuilles, comme c'est le cas dans le *Genista sagittalis*, la manière de voir de M. Clos est indiscutable. Les ailes appartiennent bien alors à la tige et ne sauraient être considérées comme des « décurrences » même quand elles sont vascularisées, car cette propriété est en rapport avec les besoins physiologiques. Cette interprétation acquiert une certitude absolue quand on peut trouver dans les groupes voisins des transitions insensibles entre les tiges polyédriques, les tiges microptériques et celles qui sont pourvues de macroptères.

Mais il en est tout autrement quand les macroptères se continuent directement soit dans la nervure médiane ailée, soit dans les marges du limbe foliaire, soit encore dans un pétiole phyllodique (*Acacia* australiens phyllodinés du groupe des *Alatæ*). Dans ce cas, on peut considérer les macroptères; 1° comme des expansions de la tige qui se raccordent sur toute leur surface de section avec la feuille; 2° comme des parties basilaires de la feuille. Dans la seconde interprétation la surface d'insertion de la feuille, au lieu d'être localisée sur une partie des nœuds, envahit encore une portion de l'entrenœud sous-jacent. Il n'existe alors de nœuds et d'entrenœuds que par rapport à la nervure foliaire médiane; *par rapport aux tissus « décurrents » les entrenœuds n'existent plus.*

Dans certains cas, le développement ontogénique et la comparaison avec les groupes voisins permettra de se décider pour l'une ou pour l'autre des théories, mais nous devons avouer que cela est parfois très difficile. Et encore la solution la plus vraisemblable ne présente-t-elle pas toujours des caractères assez accentués pour entraîner la conviction.

Nous voulons, à propos des *Chloanthes*, attirer l'attention sur un critère d'ordre

[1] M. Nilsson (*Studier öfver stammen såsom assimilerande Organ*, p. 21-28, Göteborg, 1887), parle longuement des tiges ailées en mentionnant les théories de M. Clos à leur sujet. Notre manque de connaissance de la langue suédoise nous a malheureusement empêché de nous faire une idée claire de l'exposé de l'auteur. Serait-ce vraiment trop demander que de prier les auteurs qui écrivent dans des langues qui ne sont pas internationales de résumer leurs recherches en allemand, en anglais, en français ou en latin? L'une ou l'autre de ces langues est familière à tout le monde, et l'on éviterait ainsi d'arrêter les progrès de la science en en faisant une Babel moderne.

anatomique qui, lorsqu'il se présente dans toute sa pureté, permet de prouver l'existence réelle des « décurrences ». Ce critère, *c'est celui de la course des faisceaux dans le macroptère*. Quand ces faisceaux sont des traces foliaires, ils ne nous apprennent rien. Au contraire, s'ils n'ont aucun rapport avec le système libéro-ligneux de la tige et dépendent intégralement du système libéro-ligneux de la feuille, alors on sera bien forcé de reconnaître qu'ils appartiennent à ce dernier organe malgré leur concrescence avec la tige. Or, avec les *Chloanthes* nous nous trouvons en face d'un cas de ce genre. *Le système libéro-ligneux qui innerve les macroptères est entièrement foliaire.* Au point où le faisceau de la nervure médiane pénètre dans la tige, mais avant son entrée dans la stèle, ce faisceau détache dans chaque macroptère un cordon qui descend tout le long de la tige dans le macroptère en donnant des anastomoses macroptériques, *sans jamais contracter aucun rapport avec la stèle adjacente.* Dans ce cas, si l'on envisage la tige et les feuilles au point de vue du système libéro-ligneux, on constate que *les macroptères sont strictement homologues des appendices basilaires d'une feuille hastée.* Soudons, en effet, ces appendices avec l'entrenœud sous-jacent et nous obtenons les tiges macroptériques des *Chloanthes*.

Si nous essayons d'expliquer les macroptères des *Chloanthes* d'après la théorie de Clos, nous nous heurtons à des impossibilités telles que dès le début il faut y renoncer.

Le cas des *Chloanthes* est le seul que nous connaissions, mais il suffit à montrer que l'interprétation des macroptères donnée par Clos est trop absolue. Du reste, l'anatomie comparée des tiges macroptériques est encore si peu avancée que les exemples d'organisations analogues à celles des *Chloanthes* ont beaucoup de chances de se multiplier dans la suite. En effet, en dehors des macroptères chez les Rhipsalidées[1], les Viciées[2] et quelques autres Légumineuses[3], ainsi que les tiges phyllocladiques des *Phyllanthus*[4], les tiges macroptériques des *Chloanthes* sont les seules dont l'anatomie soit bien connue.

L'organogénie ne fournit aucun renseignement sur la valeur morphologique des

[1] Vöchting, *Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Rhipsalideen* (*Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Bot.*, IX, p. 327-484).

[2] van Tieghem, *Sur les faisceaux libéro-ligneux corticaux des Viciées* (*Bull. Soc. bot. de France*, XXXI, p. 133-135).

[3] Askenasy, l. c.

[4] Dingler, l. c.

macroptères, contrairement à ce qu'a avancé M. Clos. Pour ce morphologiste, les macroptères n'apparaissent qu'après la formation des entrenœuds et « proviennent de l'émergence prématurée des faisceaux fibro-vasculaires appartenant à celles des lignes relevées qui aboutissent à la nervure médiane de la feuille »[1]. L'invraisemblance de ce processus saute aux yeux de l'anatomiste le moins expert. En réalité, les écailles situées au-dessous des mamelons foliaires du point végétatif se montrent reliées entre elles, dès le début de l'écartement des nœuds, par des expansions macroptériques. L'allongement des macroptères est concomitant de l'élongation des entrenœuds, il y a bien véritablement là une *concrescence* dans tout le sens de ce mot.

Si l'on essaie, en se basant sur l'anatomie et le développement ontogénique, de se faire une idée de la façon dont les *Chloanthes* ont pu acquérir leurs macroptères, — si l'on essaie, en d'autres termes, de se représenter la phylogénie de ce caractère, — on arrivera aux conclusions suivantes :

Les feuilles, arrondies ou cordiformes à la base, des *Pityrodia*, genre éminemment voisin de celui que nous étudions, présentent tous les caractères morphologiques de celles des *Chloanthes*. Il suffit dès lors que, à un moment donné, la zone de croissance intercalaire se soit légèrement déplacée chez ces plantes ou des plantes analogues pour expliquer et la naissance des macroptères des *Chloanthes* et l'indépendance de leur système libéro-ligneux d'avec celui de la tige. Si la zone de croissance intercalaire s'arrête au-dessous de la base arrondie des feuilles, il n'y aura pas de macroptères ; si elle embrasse encore la base de la feuille, cette base s'allongera en même temps que l'entrenœud et deviendra concrescente avec lui. Il est impossible de se faire une idée des causes qui ont pu présider à une semblable modification dans la distribution des zones de croissance ; en revanche il est aisé de comprendre que cette modification une fois produite ait pu être fixée. Elle assure en effet à la plante, à la fois une augmentation dans sa surface d'assimilation et une protection contre la transpiration exagérée de la tige : deux propriétés qui facilitent aux *Chloanthes* leur vie xérophile.

§ 3. TIGES PRIMAIRES DÉPOURVUES DE MACROPTÈRES

Contours ; microptères ; distribution générale des tissus. — Chez les Chloanthoïdées dépourvues de macroptères, la section de la tige primaire peut être carrée,

[1] Clos, l. c., p. 25.

plus ou moins arrondie, ou trigone. Cette dernière forme, très fugitive, ne nous a été offerte que par le *Pityrodia Bartlingii*. Les *P. uncinata*, *P. racemosa*, *P. dilatata*, *P. atriplicina* et les *Lachnostachys* ont une tige carrée, du reste rapidement arrondie. Chez le *Dicrastyles Stœchas* la tige est aussi plus ou moins nettement carrée, disposition qui s'accentue énormément chez les *Cyanostegia angustifolia*, *C. lanceolata* et *Spartothamnella juncea*.

Le *Spartothamnella juncea* est la seule espèce qui nous ait présenté des microptères (fig. 11). Ces microptères ne sont pas typiques : ils correspondent tout à fait à ces formes de transition entre les macroptères et les microptères, dont nous avons décrit un exemple avec le *Cytisus scoparius* [1]. Dans chaque angle de la tige strictement quadrangulaire se trouve une ailette, assimilatrice dans sa partie interne, à fonctions squelettaires dans sa moitié externe. La section transversale de l'ailette est pyriforme ; c'est-à-dire qu'elle est rétrécie vers son point d'attache avec le corps de la tige, puis qu'elle s'élargit en s'arrondissant vers l'extérieur.

Quant à l'organisation de ces tiges, elle est naturellement plus simple que celle des Chloanthoïdées pourvues de macroptères. L'épiderme homogène recouvre une écorce à différenciations variées. Le système libéro-ligneux est axile ; il n'y a pas de faisceaux corticaux.

Épiderme. — L'épiderme présente des différences considérables suivant les espèces. Dans le cas le plus simple, il se trouve déchargé d'une partie de ses fonctions protectrices par l'abondant indument qui recouvre les tiges. On voit alors ses cellules, toujours disposées sur un rang, présenter une apparence analogue à celle du parenchyme cortical. Les parois externes sont à peine plus épaisses que les internes ; seule la cuticule mince et souvent plissée distingue nettement l'épiderme d'un autre tissu quelconque. Il en est ainsi chez les *Pityrodia Bartlingii*, *P. uncinata*, *P. atriplicina*, *P. dilatata*, les *Lachnostachys* et le *Dicrastyles Stœchas*. L'épiderme du *P. racemosa* a un caractère collenchymateux.

Les *Cyanostegia angustifolia* et *C. lanceolata* présentent des caractères beaucoup plus accentués, en rapport du reste avec la grande réduction de l'indument. Les cellules épidermiques ont des parois externes sensiblement plus épaisses que les internes et surtout ces parois externes sont assez fortement cuticularisées vers l'extérieur avec l'âge. La cuticule est aussi plus forte que dans le groupe précédent.

[1] Briquet, *Études sur les Cytises des Alpes maritimes*, p. 85 (l. c.).

L'épiderme à allures le plus xérophiles que nous ayons étudié, nous a été fourni par le *Spartothamnella juncea* (fig. 11). Dans cette plante, les parois externes, prodigieusement sclérifiées, atteignent deux fois le diamètre du lumen sous-jacent; elles sont striées et entièrement cuticularisées, absorbant avec avidité la safranine, la chrysoïdine, l'alkannine et autres colorants des membranes contenant de la cutine. Les caractères dus à la cuticularisation peuvent encore être poursuivis sur

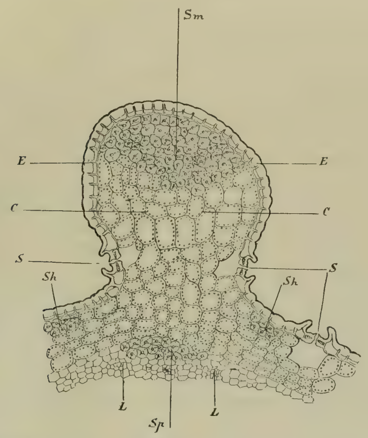


Fig. 11. — Section transversale d'un microptère dans jeune entrenœud du *Spartothamnella juncea*. — *Sm*, stéréome du macroptère. — *Sh*, colonnettes du stéréome hypodermique. — *Sp*, stéréome péricyclique. — *E*, épiderme. — *C*, chlorenchyme. — *S*, stomates. — *L*, liber. — Grossissement $\frac{116}{1}$.

les parois radiales, mais ils deviennent très faibles ou nuls sur les parois internes qui sont très minces. La paroi externe des cellules épidermiques est fortement bombée du côté du lumen, de sorte que ce dernier a l'air de se prolonger dans la paroi sous la forme de deux canalicules situés à gauche et à droite de chaque paroi radiale.

Appareil stomatique. — Ici encore on peut constater des variations intéressantes dues aux degrés divers de protection que l'indument accorde aux tissus exposés à l'air libre. Les *Pityrodia uncinata* et *Bartlingii* ne portent point de stomates sur la tige; en tous cas, ils sont assez rares pour n'avoir été rencontrés sur aucune de nos nombreuses préparations. Les *P. atriplicina* et *dilatata*, ainsi que le *Lachnostachys albicans*, possèdent sur la tige de nombreux stomates. Le *Dicrastyles Stœchas*, malgré son abondant indument, possède quelques stomates, très rares il est vrai. Quelques-uns de ces stomates se trouvent dans des positions bizarres. Nous en avons vus, par exemple, placés au sommet d'une colonnette de collenchyme. Dans le cas particulier la petite chambre respiratoire du stomate ne pouvait communiquer que difficilement et par des chemins très détournés avec le système de méats aérifères de l'écorce interne. Il semble que, dans des cas comme celui-ci, l'ontogénie soit dominée par l'hérédité d'une façon assez puissante pour produire des organes sans fonctions ou fonctionnant avec peine. Les stomates du *Dicrastyles* sont un peu saillants au-dessus du niveau de l'épiderme. Les cellules annexes sont placées à un niveau inférieur à celui des cellules de bordure. Celles-ci ont une chambre eisodiale très évasée et une chambre opisthodiale très étroite. Les deux arêtes externe et interne sont dans chaque cellule de bordure très accentuées; les lumens sont transversaux, de section triangulaire allongée.

Tandis que les cellules de bordure dans les stomates de *Dicrastyles* sont plus hautes que larges, les deux diamètres s'équivalent dans les stomates du genre *Cyanostegia* (*C. angustifolia*, *C. lanceolata*). Les stomates sont placés dans le même plan que l'épiderme. Les arêtes externes sont beaucoup plus nettes que les internes; les lumens ont une section triangulaire non ou faiblement allongée, ils sont transversaux. Les stomates du *Pityrodia racemosa* présentent une structure analogue.

Les stomates les plus compliqués sont de nouveau fournis par le *Spartothamnella juncea* (fig. 11). Dans cette plante, les cellules annexes concourent d'une façon active à la création de l'appareil stomatique. Les cellules de bordure elles-mêmes sont placées au niveau de l'épiderme ou à un niveau un peu inférieur; elles ne sont pas beaucoup plus petites que les cellules épidermiques. Les arêtes externes sont très aiguës et dessinent une chambre eisodiale; les internes sont beaucoup moins accusées. Les lumens sont transversaux et de section triangulaire non ou à peine allongée. Au-dessous du stomate se trouve régulièrement une chambre respiratoire

peu spacieuse. Les cellules annexes ont une forme tout autre que celle des cellules épidermiques. Elles se prolongent extérieurement de façon à donner naissance à une saillie en forme de corne. Cette corne a des parois moins épaisses que celles de l'épiderme, du reste à peu près entièrement cuticularisées; le lumen se prolonge dans les cornes, sous la forme d'un cœcum étroit et arrondi. De la sorte, le stomate se trouve placé au fond d'un petit puits formé par une paroi circulaire. — Ces stomates sont analogues à ceux qui ont été décrits par M. Tschirch chez les *Pimelea*, les *Melaleuca*, etc.[1], et plus récemment par nous-même chez le *Cytisus tridentatus*[2].

Indument. — Toutes les Chloanthoïdées sans macroptères que nous avons étudiées sont pourvues d'indument. Cet indument est partout le même. Les espèces des genres *Pityrodia* et *Dicrastyles* ont des poils rameux abondants, celles des genres *Cyanostegia* et *Spartothamnella* n'en ont pas ou des fort rares.

Les poils rameux, dans les espèces étudiées, sont tous caractérisés par des cellules à parois minces, non cuticularisées, munies d'une cuticule mince et dépourvues de perles. Chez le *Pityrodia Bartlingii*, l'indument est assez abondant pour former un feutre tout autour de la tige. Les poils s'élèvent d'abord à une certaine hauteur au moyen de 2-3 cellules placées bout à bout, sans ramification ; puis subitement la ramification devient intense de façon à produire une vraie touffe de rameaux à terminaison conique. L'indument du *P. racemosa*, tout en présentant des caractères analogues, est moins dense que celui des espèces précédentes. Chez le *Dicrastyles Stœchas* l'indument est plus abondant encore que celui du *Pityrodia Bartlingii* et surtout, forme une couche plus épaisse à la surface de la tige. Cette différence est due à ce que les poils portent plusieurs étages de rameaux superposés et séparés par des sortes d'entrenœuds constitués par une cellule allongée. Un indument analogue, présentant de légères variantes de densité d'une espèce à l'autre, se retrouve chez les *Lachnostachys albicans*, *L. ferruginea* et *Pityrodia dilatata*. Chez le *P. atriplicina*, les rameaux forment un vrai « parasol », et il existe entre les « parasols » des poils et l'épiderme une couche d'air d'épaisseur appréciable macroscopiquement. Le *Pityrodia uncinata* possède des poils irrégulièrement ramifiés, plus robustes mais bien moins abondants que dans les espèces précédentes.

Le *Spartothamnella juncea* possède des poils rameux à grands rameaux,

[1] Tschirch, *Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort, mit spezieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates* (*Linnæa*, XLIII, tab. II).
[2] Briquet, *Études sur les Cytises des Alpes maritimes*, p. 87-89, tab. III (l. c.).

disséminés et caduques déjà dans le jeune âge. Quant aux *Cyanostegia*, leur appareil végétatif est littéralement glabre. Pas une de nos nombreuses préparations ne montre la moindre trace de poils. On pourrait donc à bon droit hésiter sur les affinités de ce genre au point de vue du caractère qui nous occupe, si nous ne savions que la corolle et les nucules du *Cyanostegia* sont pourvus de poils rameux qui trahissent immédiatement leur parenté[1].

Système glanduleux. — Les glandes portées par l'épiderme des Chloanthoïdées dépourvues de macroptères sont de trois sortes. Le premier type est fourni par de grosses glandes sessiles, parfois même un peu enfoncées dans l'épiderme. Ces glandes existent chez les *Spartothamnella juncea, Cyanostegia angustifolia* et *C. lanceolata*. Elles sont aplaties, pluricellulaires, à parois verticales. Chez les espèces des genres *Pityrodia* et *Dicrastyles,* on trouve aussi des glandes sessiles, mais sensiblement plus petites et unicellulaires. Ce ne sont que des formes réduites du deuxième type. Dans ce deuxième type, la glande est stipitée. La tête 1-2-3 cellulaire, est beaucoup plus petite que dans les glandes sessiles du premier type; elle est portée par un adénophore 1-3 cellulaire; la glande entière est bien moins haute que les poils. Il en est ainsi chez les *Pityrodia Bartlingii, P. uncinata, P. racemosa, P. atriplicina* et *Dicrastyles Stœchas.* Le troisième type de glandes est beaucoup plus rare. Nous ne l'avons trouvé réalisé que chez le *Pityrodia Bartlingii.* Ce sont des glandes stipitées dont l'adénophore est excessivement long; il est constitué par une file de 5-8 cellules allongées, à parois un peu plus épaisses que celles des poils et souvent pourvues, vers le haut, de petites perles cuticulaires. La tête ressemble à celle du deuxième type, mais son contenu est plus granuleux. Ces glandes atteignent et dépassent souvent le feutre de poils rameux.

Stéréome cortical. — L'écorce est le siège, chez plusieurs Chloanthoïdées sans macroptères, de formations squelettaires intéressantes. Tantôt ces formations rentrent dans la catégorie du collenchyme, tantôt du stéréome proprement dit.

Chez les *Cyanostegia* et le *Pityrodia racemosa,* l'épiderme est soustendu par une assise de collenchyme; assise interrompue pour un faible parcours sur les faces. C'est au sommet des angles caulinaires que cette assise réalise le plus nettement ses caractères de collenchyme. — Le *Dicrastyles Stœchas* présente à la périphérie de l'écorce un nombre indéterminé de petites colonnettes, de section plus ou moins

[1] Voy. Bentham, *Flora australiensis,* V, p. 54.

arrondie, faisant légèrement saillie en dehors. Ces colonnettes sont constituées par un tissu dense, à cellules plus petites que celles de l'écorce, et à parois assez nettement collenchymateuses. Il existe toujours une de ces colonnettes dans chaque angle caulinaire, et un nombre indéterminé sur les faces.

Quant au stéréome cortical proprement dit, la seule espèce qui en présente un est le *Spartothamnella juncea* (fig. 11). Les formations squelettaires corticales de cette plante sont les suivantes : Dans chaque microptère, il existe une colonne de stéréides qui en occupe toute la partie extérieure. Cette colonne est directement adossée à l'épiderme ; elle est donc arrondie extérieurement, tandis qu'elle fait saillie (généralement sous la forme d'un coin) dans le chlorenchyme cortical. Indépendamment de ces colonnes, il existe, échelonnées sous l'épiderme des faces de la tige, des bandes de stéréome, fortes de 1-2 assises de stéréides et séparées par du chlorenchyme ou des chambres respiratoires de stomates. Ce sont les colonnes des microptères qui se forment les premières; aussi n'est-il pas étonnant de voir les éléments de celles-ci présenter toutes les réactions des membranes lignifiées, alors que les bandes hypodermiques ne les manifestent encore qu'imparfaitement. Toutes commencent du reste par être collenchymateuses et prennent ensuite cet état cellulosique condensé qui précède la lignification et dont nous avons déjà parlé ailleurs[1].

Aucune des espèces du genre *Pityrodia* que nous avons étudiées n'a présenté dans l'écorce aucun tissu squelettaire caractérisé, sauf le *P. racemosa*.

Chlorenchyme. — L'absence de chlorenchyme dans le *Pityrodia uncinata* est concomitante avec le manque de stomates. Dans cette espèce, l'écorce est constituée par un parenchyme à éléments polyédriques, incolores; elle est épaisse de 4-6 assises dont les cellules vont croissant de volume de l'extérieur à l'intérieur. Les *P. Bartlingii* et *Lachnostachys ferruginea* possèdent une écorce plus chlorophyllienne, constituée du reste d'une façon tout à fait analogue à celle de l'espèce précédente. L'écorce du *Dicrastyles Stœchas* peut à peu près être comparée à celle du *Pityrodia uncinata ;* elle est, même dans un âge très jeune, presque dépourvue de chlorophylle. Il en est tout autrement du *Spartothamnella juncea*, dont l'écorce entière, indépendamment du stéréome, est constituée par des éléments globuleux, très serrés et bourrés de chloroplastes (fig. 11). — C'est dans le genre *Cyanostegia*

[1] Briquet, *Études sur les Cytises des Alpes maritimes*, p. 93 (l. c.)

que le système assimilateur de la tige atteint son plus haut degré de complication. Chez le *C. angustifolia* toute l'écorce, à partir de l'hypoderme collenchymateux dans les angles et au-dessous de l'épiderme sur les faces, est formée par un chlorenchyme à éléments globuleux très lâches, parcouru par de nombreux méats aérifères. Ce chlorenchyme est mince sur les faces, plus épais sur les angles. En ce dernier endroit, chez le *C. lanceolata*, les éléments ajoutés bout à bout forment des trabécules anastomosés, dont les mailles sont occupées par de grands canaux aérifères.

Le *Pityrodia racemosa* présente dans son écorce une singulière conformation. Nous avons déjà dit que l'épiderme avait un caractère collenchymateux. Il en est de même pour l'assise immédiatement sous-jacente, mais à un degré plus faible. De plus, cette assise contient de nombreux chloroplastes. Au-dessous de cette sorte d'épiderme collenchymateux se trouve une couche de chlorenchyme lâche, à éléments plus ou moins globuleux. Enfin, au-dessous du chlorenchyme se trouve une région parenchymateuse incolore qui s'étend jusqu'au péricycle et qui prend, avec l'âge, un caractère collenchymateux. L'écorce du *P. racemosa* est donc différenciée en 3 zones différentes par leur structure et par leurs fonctions.

D'autres Chloanthoïdées (*Pityrodia dilatata*) ont une écorce entièrement constituée par une mince bande de chlorenchyme à éléments globuleux ou polyédriques. Un seul *Pityrodia* atteint un degré de complication dans l'organisation du chlorenchyme, qui peut être comparé à celui des *Cyanostegia*, c'est le *P. atriplicina*. Dans cette espèce, les éléments du chlorenchyme se disposent bout à bout, en files radiales perpendiculaires à l'épiderme. Les éléments voisins de l'épiderme s'allongent quelque peu en palissades. Le tout forme une couche assez épaisse, qui diffère nettement de celle des *Cyanostegia* par l'absence de grandes lacunes longitudinales. Çà et là les files du chlorenchyme s'écartent laissant apparaître une chambre qui correspond à un stomate.

La limite de l'écorce du côté du cylindre central est partout nettement donnée par le stéréome péricyclique. La seule espèce qui présente une assise phloeotermique quelque peu différenciée est la *Pityrodia uncinata*. Dans cette plante, l'assise phloeotermique à des éléments plus petits que ceux des couches corticales adjacentes et contient des chromatophores amylogènes assez nombreux pour contraster avec la nudité des éléments corticaux.

Stéréome péricyclique. — Nous venons de dire que chez toutes les espèces, il

existait un stéréome péricyclique. Ce stéréome présente quelques variations dignes d'être mentionnées. Dans plusieurs espèces, les stéréides sont rassemblées en paquets disséminés à la périphérie du liber et séparés par du parenchyme péricyclique (*Pityrodia Bartlingii*, *P. racemosa*, *Spartothamnella juncea*). Parfois les paquets sont plus denses ou agglomérés dans les angles (*Cyanostegia angustifolia*, *C. lanceolata*). Ailleurs les stéréides forment une bande mince et presque continue (*Dicrastyles Stœchas*).

Chez le *Pityrodia uncinata*, le stéréome péricyclique offre des caractères un peu différents de celui des autres espèces. Les stéréides ne montrent pas leurs contours individuels isolés, ainsi que cela est le cas général. Elles font partie intégrante d'une muraille stéréique qui enveloppe complètement le liber en face des angles. Cette muraille est épaisse de 2-4 cellules. Elle se colore en orange très vif par la chrysoïdine, tandis que le stéréome péricyclique absorbe habituellement très peu cette substance ou se colore en jaune-paille (*P. Bartlingii*, *Cyanostegia* adulte). Sur les faces, mais pour un faible parcours, le stéréome est interrompu. En face des masses libéro-ligneuses angulaires, où le stéréome est continu, on constate la présence de cellules de passage (Durchgangszellen), tout à fait comparables à celles qui traversent les endodermes radicaux de certaines Monocotylées. Ces cellules de passage, à parois cellulosiques tendres, forment des rayons unisériés et étroits toujours opposés à des files de vaisseaux et mettent en communication le phloeoterme amylogène avec le liber. Les *Pityrodia dilatata* et *Lachnostachys ferruginea* présentent une organisation analogue.

Système libéro-ligneux. — Ici se placent quelques détails sur l'organisation du liber et du bois pendant la période primaire et le commencement de la période secondaire. Le liber est constitué par du parenchyme, des tubes criblés du type *Cucurbita* et d'étroites cellules compagnes. Tantôt il est très peu développé et fort de 2-4 couches de cellules seulement (*Pityrodia Bartlingii*, *P. uncinata*, *P. racemosa*, *Cyanostegia angustifolia*, *C. lanceolata*). Tantôt il présente une épaisseur plus grande (*Spartothamnella*, *Dicrastyles*). La seule espèce qui nous ait présenté des stéréides dans le liber, et cela en assez grande abondance, est le *Pityrodia uncinata*. Chez les *Pityrodia* et les *Dicrastyles*, la différence d'épaisseur entre les masses libéro-ligneuses angulaires et les arcs interfasciculaires devient très rapidement insignifiante. Au contraire la différence reste longtemps marquée chez les *Cyanostegia*. Le *Spartothamnella* se comporte comme les *Dicrastyles*. Le bois primaire débute par

des trachées tantôt annelées tantôt spiralées disposées en files. Chez les *Pityrodia* l'endoxyle est très peu développé ; il l'est davantage chez le *Dicrastyles Stœchas* et reste longtemps cellulosique. Développé chez le *Spartothamnella juncea*, le parenchyme endoxylaire s'y sclérifie et s'y lignifie très rapidement. Mais, de toutes les Chloanthoïdées, ce sont les *Cyanostegia lanceolata* et *angustifolia* qui ont l'endoxyle le plus caractéristique. Dans ces plantes la partie de l'endoxyle qui entoure les trachées initiales reste longtemps tendre et cellulosique ; elle possède des éléments petits. Au contraire, les éléments qui avoisinent la moelle sont plus gros, à parois plus épaisses et plus vite lignifiées. Chez toutes les Chloanthoïdées examinées, les rayons de parenchyme fasciculaire aboutissent *dans l'endoxyle* et non point directement dans la moelle.

Moelle. — Persistante dans toutes les espèces, la moelle est rarement dépourvue de ponctuations et à parois minces (*Pityrodia racemosa*, *Spartothamnella*). En général elle sclérifie plus ou moins ses éléments et les lignifie avec l'âge. Dans ce dernier cas, les cellules médullaires sont toujours pourvues de ponctuations simples, circulaires ou elliptiques.

Course des faisceaux libéro-ligneux[1]. — La course des faisceaux n'est pas la même chez les divers représentants des Chloanthoïdées sans macroptères. Il convient de distinguer 4 types principaux, auxquels on peut rattacher toutes les organisations qui se présentent.

1er type. Ce type nous est fourni par les *Pityrodia*, *P. uncinata*, *(P. Bartlingii*, *P. dilatata*, *P. atriplicina* et *P. racemosa)*. Il est caractérisé par le fait que la trace foliaire est unifasciculée et que chaque faisceau foliaire est flanqué de deux réparateurs. Les faisceaux foliaires sont de deux sortes : les uns sortent au nœud *n*, les autres au nœud $(n+1)$. Les réparateurs sont massés dans les angles de la stèle, dont la section est plus au moins rectangulaire ; ils sont souvent si rapprochés qu'il devient très difficile de les distinguer les uns des autres. Le détail de la course des faisceaux étant le même que chez les *Chloanthes* où nous l'avons décrit, nous n'y revenons pas. Chez les *P. racemosa* et *P. atriplicina*, les feuilles sont assez régulièrement opposées et la course est assez uniforme. Au contraire, chez le *P. uncinata*, les feuilles étant alternes, les sorties se font à des niveaux différents. Quant au *P. Bartlingii*, dont les feuilles sont verticillées par trois, la course est plus compliquée. Nous renonçons à donner la description de cette course pour ne pas faire

[1] Voy. pour le système des notations p. 5.

double emploi avec celle que nous donnons plus loin de l'*Oftia revoluta* dans notre monographie anatomique de Myoporacées. Ces deux plantes ont en effet le même schéma de course des faisceaux. Il sera intéressant d'examiner ultérieurement le parcours des faisceaux dans les Chloanthoïdées à feuilles alternes décrites par les auteurs (*Physopsis, Pityrodia*, etc.); nous pensons, d'après les *Pityrodia* que nous avons étudiés et chez lesquels les feuilles deviennent alternes dans le bas des rameaux, que l'alternance des feuilles ne modifiera pas sensiblement la forme du système libéro-ligneux foliaire.

2me type. Ce type nous est offert par le *Dicrastyles Stœchas*. La section d'un entrenœud *n* montre 8 faisceaux, dont 4 foliaires et 4 réparateurs. Sur les 4 faisceaux foliaires, il y en a 2 qui sortent au nœud *n* et 2 qui sortent au nœud ($n+1$). Comme on voit, ce schéma est identique à celui des Stilboïdées étudié plus haut (p. 15-19), à cette différence près que les réparateurs ne sont pas plus volumineux que les faisceaux sortants, que les feuilles sont verticillées par 2 au lieu de l'être par 3...*n*, et que les sorties ne s'opèrent que sur les faces, au lieu de s'opérer presque exclusivement sur les angles. On remarquera que cette disposition n'est qu'une dérivation du type précédent : il suffit en effet, dans ce dernier type, de supposer tous les réparateurs voisins réunis en une seule masse, pour obtenir le schéma offert par les Stilboïdées et les *Dicrastyles*. Il existe de fait des formes intermédiaires qui prouvent la justesse de cette théorie ; ces formes sont réalisées dans les entrenœuds de certains *Pityrodia* et *Chloanthes*, qui montrent des réparateurs tellement rapprochés qu'on ne peut qu'avec peine les distinguer les uns des autres (voy. plus haut, p. 43).

3me type. Une disposition sensiblement différente de la précédente est celle que l'on trouve chez les *Cyanostegia*; elle diffère du type précédent en ce que les traces foliaires, du reste unifasciculées, ne parcourent qu'un seul entrenœud.

La section transversale d'un entrenœud *n* contient 6 faisceaux (fig. 12 *B*). Sur ces 6 faisceaux, 4 occupent les angles de la stèle plus ou moins quadrangulaire. Ces faisceaux angulaires sont extrêmement volumineux, ce sont des réparateurs que nous appellerons *Rag, Rad, Rpg, Rpd*. Dans le plan antéro-postérieur on aperçoit deux petits faisceaux, de masse au moins deux fois plus faible que celle des réparateurs. Ce sont les faisceaux foliaires sortant au nœud *n* : nous les appellerons *Fsa, Fsp*. La position des réparateurs par rapport aux faisceaux foliaires est donc telle que

Fsa est placé entre *Rag*, *Rad*
Fsp » » *Rpg*, *Rpd*.

Au nœud *n*, les faisceaux foliaires *Fsa*, *Fsp* obliquent dans l'écorce et se rendent dans le pétiole (fig. 12 *A*). L'espace laissé libre n'est pas comblé et l'emplacement occupé dans l'entrenœud *n* par les faisceaux sortants reste vide sur toute la longueur de

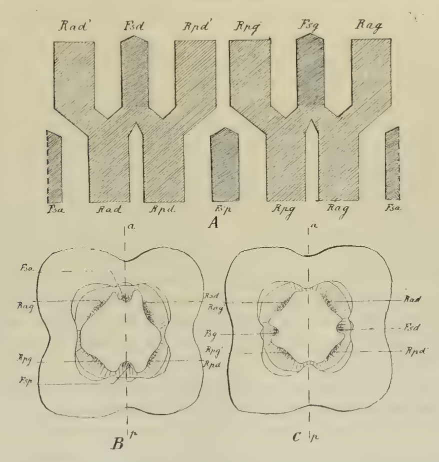


FIG. 12. — *A*, développement de la course des faisceaux dans un segment caulinaire chez le *Cyanostegia lanceolata*. — *B*, section transversale d'un entrenœud *n* dans la même espèce. — *C*, section transversale d'un entrenœud $(n+1)$ dans la même espèce. — (Se reporter au texte pour les notations).

l'entrenœud $(n+1)$. En revanche les réparateurs s'unissent par des arcades transversales qui sont perpendiculaires au plan dextrosinistre de la stèle. Ces arcades, comme celles des Stilboïdées, ont la forme d'un biseau. La formation d'arcades entre les réparateurs a lieu de telle sorte que

Rag s'unit avec *Rpg*
Rad » » *Rpd.*

Le sommet de l'arcade des réparateurs se prolonge en un faisceau foliaire. Les deux nouveaux faisceaux foliaires s'appelleront *Fsg, Fsd.* Dans l'entrenœud ($n+1$), nous retrouvons donc 6 faisceaux (fig. 12 *C*) qui sont, en allant de gauche à droite; *Rad', Fsd, Rpd', Rpg', Fsg, Rag'.*

Les faisceaux *Fsg, Fsd* sortent au nœud ($n+1$) dans le plan dextrosenestre; l'espace laissé libre par leur départ n'est point comblé, tandis que les réparateurs s'unissent par des arcades portant un faisceau foliaire sur les faces antéro-postérieures. Autrement dit

Rag' s'unit avec *Rad'*
Rpg' » » *Rpd'*

de sorte que les nouveaux faisceaux sortants sont placés dans l'entrenœud ($n+2$) comme suit par rapport aux réparateurs:

Fsa entre *Rag, Rad*
Fsp » *Rpg, Rpd.*

Par conséquent dans l'entrenœud ($n+2$) nous retrouvons les mêmes positions de faisceaux et les mêmes notations que dans l'entrenœud *n.*

Ce parcours intéressant est donc caractérisé par le fait: *qu'il y a 4 masses réparatrices dans les angles de la stèle; que les traces foliaires sont unifasciculées; que ces traces entrent au nœud* n *dans la stèle pour parcourir un seul entrenœud; qu'elles sont dirrhizes; que leur double racine est formée au nœud* (n — 1) *par des arcades transversales reliant les réparateurs.*

4me type. Lorsqu'on sectionne un entrenœud *n* d'une pousse annuelle chez le *Spartothamnella juncea,* il semble au premier abord que la course des faisceaux doit être la même que chez les *Cyanostegia:* on voit en effet les angles occupés par des masses libéro-ligneuses volumineuses. Mais on cherche en vain sur les faces de la stèle les traces foliaires des *Cyanostegia.* En examinant à un âge peu avancé les masses libéro-ligneuses angulaires, on voit qu'elles sont doubles, de sorte que la disposition et la course des faisceaux cadre avec celle des Labiées et de plusieurs Verbénacées à feuilles opposées. Nous ne revenons pas ici sur cette course, puisqu'il en a déjà été question à propos des Phrymacées (voy. plus haut, p. 4-6).

§ 4. TIGE SECONDAIRE

Tissus extralibériens. — La tige secondaire des Chloanthoïdées, au moins dans ses parties aériennes que nous avons seules pu examiner, est essentiellement caractérisée par l'absence de périderme. Ni dans l'écorce, ni dans le péricycle, ni dans le liber, on ne voit la moindre trace de formation d'une assise génératrice périphérique secondaire. Si celle-ci s'établit, c'est tardivement. C'est là un point que des matériaux plus abondants permettront ultérieurement d'éclaircir.

On retrouvera donc dans la tige secondaire la plupart des tissus avec lesquels nous avons fait connaissance dans les chapitres précédents. Cependant quelques-uns de ces tissus ont disparu. Ainsi dans la partie inférieure de la tige du genre *Chloanthes* on ne voit plus de macroptères, ni même d'épiderme sur l'axe : il ne reste que des lambeaux d'écorce. L'épiderme et l'écorce se détériorent aussi graduellement dans les genres *Pityrodia*, *Dicrastyles* et *Cyanostegia*. Le *Spartothamnella juncea* conserve très longtemps son épiderme. Cette plante montre ainsi la résistance très grande qu'oppose aux agents destructeurs la paroi externe du tissu en question ; celui-ci est très étiré par l'accroissement en diamètre. Ce n'est que très tard que la cuirasse épidermique se déchire.

Le stéréome péricyclique, dans la plupart des espèces, se trouve disséminé en petits îlots tout autour du liber. Le parenchyme qui sépare ces îlots est très étiré sur plusieurs points et a dû se cloisonner radialement pour n'être point morcelé. Ce dernier point est curieux en ce sens qu'il montre bien le rôle protecteur joué par le stéréome péricyclique à l'égard du liber. En l'absence d'un périderme, non seulement ce stéréome subsiste, mais il se produit des divisions dans le parenchyme, qui facilitent son maintien. — Chez le *Pityrodia uncinata*, dont le stéréome péricyclique nous a déjà offert diverses particularités, nous avons constaté quelques phénomènes singuliers se passant en pleine période secondaire. On se souvient que les murailles de stéréome péricyclique adossées aux masses libéroligneuses angulaires étaient séparées, sur les faces caulinaires, par du chlorenchyme et se trouvaient elles-mêmes coupées par des cellules de passage. Or — point d'organisation dont nous avons renvoyé la mention ici — les masses de stéréome ainsi découpées ne sont point isolées les unes des autres. Sur des sections tangentielles de la tige prenant en écharpe le stéréome péricyclique, on aperçoit des stéréides, tantôt isolées, tontôt réunies par groupes de 2 ou 3, qui coupent obliquement le

parenchyme séparateur des paquets de stéréome. Ces stéréides sont extrêmement robustes et très longues; elles relient tangentiellement les paquets de stéréome d'une manière solide (fig. 13). Les parenchymes péricyclique et libérien sont de la sorte *emprisonnés dans un treillis continu de stéréome*. Au fur et à mesure que le diamètre du cylindre central s'accroît et que les paquets de stéréome sont écartés

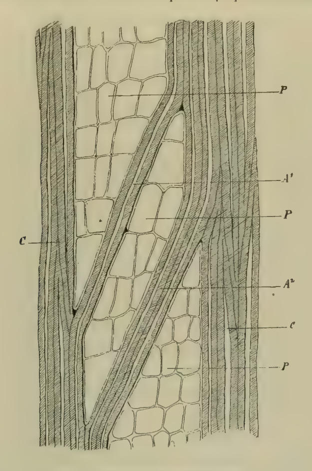


Fig. 13. — Section longitudinale dans le stéréome péricyclique caulinaire du *Pityrodia uncinata*. — *P*, parenchyme péricyclique interne. — *C*, colonnes de stéréome péricyclique. — A^1 et A^2 anastomoses fibreuses tangentielles entre les colonnes de stéréome. — Grossissement $\frac{1}{88}$.

les uns des autres, les stéréides de jonction tendent à se rapprocher de l'horizontale sans se rompre. Il va sans dire que ce travail ne peut avoir lieu sans qu'il y aît perte de contact entre le stéréome et le parenchyme ambiant, glissement de ces deux tissus l'un contre l'autre, et froissement des cellules de parenchyme au voisinage des ponts de stéréome. C'est bien aussi ce que l'on constate partout sur des sections quelque peu étendues.

Système libéro-ligneux. — Le liber reste rarement sans scléréides (*Spartothamnella juncea*). Parfois il se forme des scléréides isolées (*Cyanostegia lanceolata*, *C. angustifolia*, *Chloanthes Stœchadis*, *Pityrodia uncinata*, *P. racemosa*, *Dicrastyles Stœchas*). Enfin dans quelques espèces, la sclérification envahit tout le liber, mais d'une façon irrégulière et toujours en respectant les tubes criblés et les cellules compagnes (*Chloanthes coccinea*, *Pityrodia Bartlingii*).

L'organisation du bois est extrêmement simple. Les éléments qui entrent dans sa constitution sont des vaisseaux ouverts, des trachéides à ornementation semblable à celle des vaisseaux ouverts, des stéréides, des fibres ordinaires (Ersatzfasern) et du parenchyme. Les vaisseaux ouverts sont pourvus de ponctuations aréolées; les contours en sont ou bien arrondis ou elliptiques à extrémités aiguës. Le mode de perforation des lamelles primitives des vaisseaux est très variable. En général, les lamelles partent d'une seule pièce; parfois il y a formation de trous irréguliers. Outre les deux modes de perforation indiqués, nous avons trouvé sur quelques vaisseaux du *Cyanostegia angustifolia* des perforations scalariformes parfaitement régulières. Ici, comme chez les Stilboïdées, il n'y a donc aucune régularité dans le mode de perforation des lamelles vasculaires. Les trachéides présentent exactement les mêmes caractères que les vaisseaux ouverts; nous n'en avons pas vu qui eussent des épaisissements spiralés. Les stéréides ne sont en général pas cloisonnées. Çà et là cependant on en voit qui présentent ce caractère; nous l'avons noté en particulier dans le bois du *Chloanthes Stœchadis*, sans qu'il y ait du reste dans cette manifestation de régularité absolue. A ce point de vue les Chloanthoïdées se comportent donc comme les Stilboïdées. Le parenchyme secondaire se présente sous la forme de fibres primitives, à ponctuations circulaires ou elliptiques, cloisonnées, et sous la forme de rayons. La première sorte de parenchyme existe dans toutes les espèces, en plus ou moins grande quantité au voisinage des vaisseaux. Quant aux rayons de parenchyme, ils sont passablement nombreux mais débiles. Leurs cellules sont dressées; les étages se succèdent au nombre de 1-8, rarement davantage; les rayons sont 1-3 sériés. Le système de méats aérifères est très peu développé dans ces rayons; les ponctuations sont simples; c'est à peine si, au contact des vaisseaux ouverts, on peut observer un élargissement en trompette de ces ponctuations.

Quant à l'ordonnance topographique de ces divers tissus, il convient de faire les observations suivantes. On distingue partout assez facilement le bois primaire du bois secondaire, à son organisation et à sa coloration foncée sur des coupes trans-

versales. Çà et là on reconnait des traces de stratification dans le bois secondaire. Ainsi, chez le *Chloanthes coccinea*, il existe des anneaux concentriques plus ou moins nettement délimités par des cercles de vaisseaux ouverts. Chez d'autres espèces, quelques anneaux sont séparés par un cercle de coloration plus foncée (*Pityrodia*, etc.) Mais on peut dire d'une manière générale que la distinction des couches annuelles ne saurait se faire avec précision. Certains bois ne montrent pas trace de stratification (*Spartothamnella*). Chez quelques espèces l'agencement des vaisseaux ouverts présente des caractères particuliers. Les uns ont des vaisseaux répartis sans ordre dans le stéréome et parmi les trachéides (*Chloanthes coccinea, C. Stœchadis, Spartothamnella*). D'autres tendent à disposer leurs vaisseaux en files radiales (*Pityrodia, Lachnostachys, Dicrastyles*); mais c'est dans le genre *Cyanostegia* que cette disposition est réalisée de la façon la plus élégante. Les vaisseaux sont disposés en longues files radiales, lesquelles, sur une section transversale, se terminent en pointe aux deux extrémités. On voit, en effet, à un endroit donné, apparaître de petits vaisseaux, auxquels succèdent dans la même ligne radiale des vaisseaux d'un calibre de plus en plus fort. Le calibre maximum une fois atteint, les vaisseaux le conservent sur un certain parcours, pour diminuer ensuite progressivement de diamètre et se terminer dans le stéréome. Les files de vaisseaux sont parfois emprisonnées entre deux rayons de parenchyme (*Pityrodia*), ailleurs la ligne de contact entre le parenchyme et les vaisseaux est moins étendue. Le parenchyme provenant du recloisonnement de fibres primitives a une tendance à former des ponts entre les vaisseaux quand ceux-ci sont disséminés; au contraire, là où les vaisseaux forment des files en éventail, ils sont plus souvent en contact direct les uns avec les autres, sans intercalation de parenchyme et sans qu'il y ait, du reste, rien d'absolu à cet égard.

Quant à la moelle, elle reproduit sans modifications sensibles les caractères qui lui sont particuliers à la fin de la période primaire. Des dépôts d'oxalate de chaux, qui se font tantôt sous la forme d'oursins, tantôt sous une forme tabulaire ou quadratique, ont lieu sans régularité dans quelques cellules médullaires.

§ 5. LA FEUILLE

Seuls les genres *Cyanostegia* et le *Pityrodia atriplicina*, parmi les Chloanthoïdées que nous avons étudiées, présentent un pétiole quelque peu distinct; nous avons

donc réuni dans un même paragraphe tout ce qui concerne l'anatomie de cet organe, tout en distribuant dans des paragraphes distincts ce qui concerne les différents tissus du limbe.

PÉTIOLE. — Chez les *Cyanostegia* (*C. lanceolata*, *C. angustifolia*) les cornes sont très peu différenciées. Dès l'initiale, le corps du pétiole est pourvu d'un grand faisceau médian, de section réniforme, flanqué dans les cornes de 2 à 3 petits faisceaux de section circulaire.

Le faisceau médian est en majeure partie formé par du bois primaire. Ce bois, très régulier, est constitué par des files de trachées spiralées séparées par des rayons de parenchyme. L'endoxyle qui borde la concavité du faisceau est très peu développé. Le liber forme également une mince bande bordant la convexité du faisceau. A la périphérie du liber, on aperçoit quelques stéréides isolées. L'organisation des faisceaux latéraux reproduit le type qui vient d'être décrit, mais sur une échelle beaucoup plus petite.

Le faisceau médian est serré entre deux coussinets de collenchyme. Le coussinet supérieur, de beaucoup le plus développé, atteint jusqu'à l'épiderme ; ses éléments se lignifient avec l'âge et prennent peu à peu des caractères de stéréome proprement dit. Le coussinet inférieur est moins développé ; il atteint l'épiderme (*C. angustifolia*) ou ne l'atteint pas (*C. lanceolata*).

Le chlorenchyme occupe tout l'espace laissé libre par les tissus précédents ; il passe par-dessous le faisceau médian et enveloppe complètement les faisceaux latéraux. Ses éléments sont globuleux, lâches, et d'autant plus chargés de chromatophores que l'on se rapproche de l'épiderme. Au voisinage de ce dernier tissu, surtout à la face supérieure, les cellules du chlorenchyme tendent à prendre une forme palissadique.

L'épiderme chargé de glandes sessiles et de quelques poils coniques, et pourvu de stomates disséminés tout autour du pétiole, offre les mêmes caractères que dans la tige du genre *Cyanostegia*.

Nous avons déjà signalé une différence dans le pétiole entre les *C. lanceolata* et *C. angustifolia*. Ajoutons encore que l'organisation centrique du chlorenchyme est beaucoup plus nette dans la seconde espèce que dans la première, que son bois primaire y est plus réduit et son bois secondaire plus développé.

Le pétiole du *Pityrodia atriplicina* est très court, mais il présente des caractères pétiolaires très accentués et diffère sensiblement de celui des *Cyanostegia*. Il

n'y a pas de cornes différenciées ; la section du pétiole est elliptique. Le faisceau médian donne un ou deux fascicules à droite et à gauche ; il reploie ses bords vers le haut. Tous les tissus fasciculaires sont plongés dans un collenchyme très caractérisé qui s'étend jusqu'à l'épiderme. Le chlorenchyme est représenté par des bandes irrégulières et peu épaisses, échelonnées à la périphérie du pétiole, et séparées de l'épiderme par une ou deux assises de collenchyme.

Forme de la section transversale du limbe ; distribution des tissus. — La section transversale du limbe foliaire affecte chez les Chloanthoïdées deux formes principales. Dans l'une, les marges sont enroulées en dessous, les nervures font saillie à la face inférieure, tandis que la face supérieure est creusée de sillons (*Chloanthes*, *Pityrodia*, *Dicrastyles*, *Lachnostachys*). Dans l'autre, les feuilles sont presque planes, les marges sont à peine recourbées, les nervures, sauf la médiane, ne dépassent pas le niveau du limbe (*Cyanostegia*, *Spartothamnella*).

Les tissus que nous aurons successivement à examiner sont l'épiderme et ses dépendances, le chlorenchyme, le système libéro-ligneux et ses annexes (gaines parenchymateuses, stéréome péricyclique, parenchyme neural).

Épiderme du limbe. — Dans la plupart des cas, l'épiderme du limbe présente les mêmes caractères que celui des macroptères ou de l'axe primaire chez les espèces dépourvues de macroptères. Ainsi les *Chloanthes coccinea* et *Stœchadis* ont un épiderme supérieur macrocytique et un épiderme inférieur microcytique organisés comme dans les macroptères caulinaires. Les espèces à feuilles enroulées en dessous ont des caractères analogues. Les *Pityrodia Bartlingii* et *uncinata* ont un épiderme supérieur macrocytique, à parois externes du reste médiocres, et un épiderme inférieur seul stomatifère. Chez le *Dicrastyles Stœchas*, la différence entre les deux épidermes est faible ; il en est à peu près de même chez les *Pityrodia dilatata*, *P. atriplicina*, *P. racemosa* et les *Lachnostachys*. Le *Spartothamnella* offre si peu de différences entre les deux épidermes qu'on ne peut plus guère les distinguer autrement que par la distribution des stomates ; cet épiderme est un des plus débiles des Chloanthoïdées, à parois externes fort minces. Enfin, chez les *Cyanostegia*, l'épiderme supérieur et l'épiderme inférieur ne présentent aucune différence, fait qui est en relation avec la structure centrique des feuilles ; du reste, l'épiderme présente exactement les mêmes caractères que dans la tige.

Indument et système glanduleux du limbe. — Mêmes remarques générales pour ces appendices que pour l'épiderme proprement dit. Nous nous bornons à

indiquer les caractères spéciaux aux feuilles. Les feuilles des *Chloanthes Stœchadis*, *C. coccinea*, *Pityrodia Bartlingii*, *P. dilatata*, *P. atriplicina*, *Lachnostachys ferruginea*, *L. albicans*, *P. uncinata*, *Cyanostegia lanceolata* et *C. angustifolia* se comportent comme les tiges. Chez le *Dicrastyles Stœchas*, on constate la présence de grosses glandes sessiles ou pluricellulaires à contenu granuleux ; nous n'avons pas rencontré ces glandes sur les tiges. Les feuilles du *Spartothamnella juncea* portent, outre les grands poils rapidement caducs, de petits poils 1-2 cellulaires coniques.

Stomates a la surface du limbe. — Toutes les Chloanthoïdées à feuilles bifaciales ont leurs stomates localisés sur la face inférieure. Ces stomates ont la même organisation que sur les tiges. Les *Pityrodia Bartlingii* et *uncinata*, qui n'ont pas de stomates sur les tiges, ont leurs stomates foliaires organisés sur le type de ceux du genre *Chloanthes*. Nous avons dit que l'épiderme des feuilles, chez le *Spartothamnella*, offrait une structure délicate et n'avait par conséquent aucun rapport avec l'épiderme de la tige. Cette différence se retrouve dans les stomates. Tout l'appareil compliqué des cellules annexes a disparu ; les cellules de bordure sont un peu surélevées, petites, à cuticularisation nulle, à lumen transversal de section triangulaire ; les arêtes internes sont moins nettes que les externes.

Les *Cyanostegia* et le *Pityrodia atriplicina*, à structure foliaire $\pm$ centrique, ont leurs stomates également distribués sur les deux faces de la tige. Ces stomates, insérés dans le plan de l'épiderme et pourvus d'une grande chambre respiratoire, sont tout à fait semblables à ceux des tiges. Il en est de même chez le *Pityrodia racemosa*, seulement les stomates sont plus rares à la face supérieure du limbe.

Chlorenchyme du limbe. — Plusieurs Chloanthoïdées à chlorenchyme bifacial n'ont, du côté supérieur, que des palissades peu caractérisées ; au-dessous de ces palissades, se trouvent des éléments globuleux et serrés (*Chloanthes Stœchadis*, *Pityrodia Bartlingii*, *P. uncinata*, *Lachnostachys ferruginea*, *Dicrastyles Stœchas*). Ailleurs, au contraire, les palissades sont élevées, étroites, serrées et contrastent fortement avec le chlorenchyme sous-jacent, tout en restant disposées cependant en une seule assise (*Lachnostachys albicans*, *Spartothamnella juncea*). Enfin les feuilles du *Chloanthes coccinea* ont un tissu palissadique typique disposé en deux étages, lequel dépasse l'épaisseur du chlorenchyme spongieux sur lequel il repose.

Tout autre est l'organisation du chlorenchyme chez les *Cyanostegia*. Les palis-

sades sont disposées en 1-2 assises bien caractérisées qui se répètent symétriquement au-dessous de chaque épiderme. Vers les marges, les deux couches de palissades se rejoignent en orientant leurs éléments perpendiculairement à l'épiderme de la marge. Entre les deux couches de palissades se trouve un chlorenchyme spongieux, très lacuneux, beaucoup plus pauvre en chloroplastes, dans lequel sont plongés les faisceaux libéro-ligneux. Les éléments de ce chlorenchyme sont globuleux, tantôt disposés sans ordre, tantôt ajoutés bout à bout et tendant à constituer des trabécules anastomosés (*C. lanceolata*). Ailleurs ils sont très serrés et forment un mince matelas si faiblement relié avec les palissades, que des sections de feuille un peu minces se vident immédiatement, ne laissant dans le liquide qui contient la coupe que l'épiderme et la nervure médiane (*C. angustifolia*).

Le *Pityrodia racemosa* présente aussi une disposition centrique de son chlorenchyme, ainsi, du reste, que pouvait le faire prévoir la présence de stomates sur l'épiderme supérieur. Seulement la disposition est moins nette que chez les *Cyanostegia*. Les palissades sont plus accusées sur la face supérieure; sur les deux faces, les éléments sont peu typiques et passent, de suite après la première assise, à un parenchyme spongieux interne.

Le *Pityrodia atriplicina* ne le cède que de peu aux *Cyanostegia* au point de vue de l'élégance de la disposition centrique. Sous les deux épidermes, on trouve une assise de palissades courtes et lâches qui passent immédiatement, au moyen de larges cellules collectrices (Sammelzellen),[1] à un chlorenchyme spongieux dont les éléments rameux produisent de larges méats aérifères. Au milieu du mésophylle, le chlorenchyme forme une zone moins riche en chloroplastes, irrégulière et mal définie, dans laquelle circulent les anastomoses fasciculaires. Les palissades du côté inférieur sont moins caractérisées que celles du côté supérieur.

Système libéro-ligneux du limbe. — Nous avons dit qu'il entrait dans la nervure médiane des Chloanthoïdées une seule trace foliaire unifasciculée, sauf chez le *Spartothamnella*. Dans le limbe foliaire des espèces dépourvues de pétiole, comme à la base du pétiole pour celles qui sont pourvues de cet organe, cette trace unique se divise, avant l'entrée dans la feuille, en une ou plusieurs masses libéro-ligneuses. Toutes les nervures latérales sont dues au produit de ce fractionnement du faisceau unique. Nous avons abondamment prouvé que chez les Chloanthoïdées pour-

[1] Voy. Haberlandt. *Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen* (Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. XIII, B, 1881); et *Physiologische Pflanzenanatomie*, p. 189.

vues de macroptères, les nervures et anastomoses latérales sont en relation continue avec le système libéro-ligneux macroptérique de la tige.

L'organisation des faisceaux latéraux et des faisceaux anastomotiques est la même que celle des faisceaux médians, à cette différence près que leur section est arrondie et leur masse très réduite. La forme de la section du faisceau médian varie quelque peu : elle est souvent réniforme (*Chloanthes Stœchadis, C. coccinea, Pityrodia Bartlingii, P. racemosa*), ou bien elliptique (*Cyanostegia, Spartothamnella*), parfois aplatie (*Pityrodia uncinata, Dicrastyles Stœchas*). Le liber ne forme jamais qu'une couche très mince au bord externe du bois; il est dépourvu d'éléments scléreux. Les principales variations du bois résident dans la prédominance du bois primaire sur le bois secondaire ou équivalence des deux tissus (*Dicrastyles, Spartothamnella, Cyanostegia, Lachnostachys albicans*), ou bien sur le phénomène inverse (*Chloanthes, Pityrodia, Lachnostachys ferruginea*). L'endoxyle est parfois presque nul (*Chloanthes coccinea, Cyanostegia, Pityrodia uncinata, P. racemosa, Spartothamnella, Lachnostachys albicans*). Ailleurs il prend un développement collenchymateux plus ou moins accentué (*Pityrodia Bartlingii, Dicrastyles Stœchas*). Plus rarement, ses éléments sont nettement sclérifiés et lignifiés (*Chloanthes Stœchadis*), ou différenciés en scléréides à la périphérie (*Lachnostachys ferruginea*).

Gaines parenchymateuses dans le limbe. — C'est encore le genre *Cyanostegia* qui nous fournit la singulière particularité d'avoir des faisceaux entièrement plongés dans le chlorenchyme et enveloppés d'une gaine parenchymateuse à la façon de beaucoup de Graminées.

Toute la partie inférieure du limbe est encore occupée par le raccord de la structure limbaire avec la structure pétiolaire, dans laquelle, comme nous l'avons vu, il n'y a pas autour de la nervure médiane de gaine parenchymateuse, mais un squelette collenchymateux. Par conséquent, vers le bas du limbe, une coupe transversale montrera encore, dans la nervure médiane, un faisceau réniforme emprisonné entre deux coussinets de collenchyme, dont le supérieur tend à prendre les caractères du stéréome typique. Mais à mesure que l'on remonte vers le milieu du limbe, on voit le chlorenchyme envahir les environs du faisceau, le collenchyme disparaître, et finalement le faisceau se trouver entièrement plongé dans le tissu assimilateur. Cependant, en même temps que ces changements s'opèrent, la couche de mésophylle qui est en contact immédiat avec le faisceau se dif-

férencie en gaine ; ses cellules deviennent plus grosses ; elles restent plus ou moins incolores et se disposent régulièrement en cercle. Ce cercle se forme plus vite et est plus régulier dans les faisceaux latéraux que dans le faisceau médian ; dans ce dernier, il est souvent multiple sur plusieurs points.

Stéréome péricyclique dans le limbe. — Avec le libriforme des faisceaux, qui est très peu développé, le stéréome péricyclique est le seul tissu squelettaire de la feuille chez les Chloanthoïdées. Il atteint son maximum de développement chez les *Chloanthes coccinea*, *Lachnostachys albicans*, *Pityrodia uncinata* et *P. dilatata*, où il forme une épaisse muraille continue adossée au liber ; ses éléments sont fortement sclérifiés et lignifiés. Toutefois ce développement ne s'applique qu'à la nervure médiane ; dans les nervures latérales, il est fortement réduit. D'autres espèces n'ont que quelques stéréides éparses à la périphérie du liber (*Chloanthes Stœchadis*) ou un péricycle plus ou moins collenchymateux (*Pityrodia Bartlingii*, *P. racemosa*, *Dicrastyles Stœchas*). Enfin, il en est dont le péricycle est si peu modifié, au point de vue mécanique, qu'il ne joue presque aucun rôle squelettaire (*Cyanostegia*, *Spartothamnella*).

Parenchyme neural. — Dans la partie supérieure des feuilles des *Cyanostegia*, les nervures étant envahies par le chlorenchyme, il n'est plus question de parenchyme neural. Chez le *Spartothamnella juncea*, l'assise palissadique traverse complètement la nervure médiane ; mais au-dessous du faisceau, il existe un parenchyme tendu, à éléments polyédriques allongés, peu chlorophyllien, qui constitue un parenchyme neural. Dans la nervure médiane du limbe de toutes les autres espèces, le faisceau médian est plongé dans un parenchyme neural très différent du mésophylle. Ce parenchyme a ordinairement de gros éléments à parois minces (*Pityrodia uncinata*), parfois collenchymateux vers l'épiderme (*Chloanthes Stœchadis*), ou à parois assez également épaissies (*Chloanthes coccinea*), parfois entièrement collenchymateux (*Lachnostachys*, *Pityrodia Bartlingii* et surtout *P. racemosa*, *P. atriplicina* et *Dicrastyles Stœchas*).

§ 6. CONCLUSIONS SYSTÉMATIQUES

Résultats généraux. — Toutes les Chloanthoïdées étudiées appartiennent à des types essentiellement xérophiles, mais réalisant une protection effective contre le milieu extrême dans lequel elles vivent d'une façon tout à fait différente des Stil-

boïdées. Ce qui frappe lorsqu'on compare l'une avec l'autre ces deux sous-familles de Verbénacées, c'est le contraste qui existe entre elles au point de vue de l'uniformité. Tandis que les Stilboïdées sont toutes construites sur le même modèle, les Chloanthoïdées montrent entre elles des différences relativement profondes (présence ou absence d'un système libéro-ligneux macroptérique; faisceaux stéliques à course variée; feuilles enroulées bifaciales ou subplanes et centriques, etc.). Évidemment les Chloanthoïdées constituent un groupe plus ancien et moins homogène. Au point de vue diagnostique, il n'est pas une seule Stilboïdée qui reproduise la structure d'une Chloanthoïdée; il semble donc que l'on doit toujours pouvoir facilement séparer les espèces d'une des sous-familles de celles de l'autre. Mais les variations sont si grandes dans les Chloanthoïdées, qu'il n'est pas facile d'en établir une diagnose anatomique ayant beaucoup de caractères généraux et permettant en tous cas de rattacher une espèce donnée à l'un ou à l'autre groupe. Les caractères absolus sont au nombre de deux.

Le premier caractère général réside dans l'absence de périderme dans les jeunes tiges aériennes, ou peut-être seulement dans un développement très tardif de ce tissu. Si on considère que les Stilboïdées ont toutes deux des péridermes secondaires dans les axes aériens, on sera obligé de reconnaître qu'il y a là une différence assez profonde.

Au surplus, nous ne voulons pas trop insister sur cette différence, qui est forcément relative aux matériaux que nous avons pu étudier et dont la valeur pourra être infirmée ou confirmée ultérieurement par l'examen d'autres genres et d'autres espèces. Outre le fait d'avoir jeté les bases de l'anatomie comparée d'un groupe de Verbénacées encore inconnu à ce point de vue, nous envisageons surtout comme résultat important de notre étude d'avoir mis au jour des organisations nouvelles et intéressantes pour l'anatomie générale. Les systématistes qui se serviront de notre diagnose anatomique et du conspectus qui le suit, voudront bien tenir compte des réserves exprimées ici à leur sujet.

Un autre caractère, certainement absolu dans les limites des matériaux examinés, consiste dans l'indument. Cet indument est toujours et partout rameux. Quand l'appareil végétatif est glabre (*Cyanostegia*), c'est sur la corolle ou les nucules, où l'indument s'est réfugié, que l'on peut vérifier la constance du caractère indiqué. Par conséquent, vis-à-vis des Stilboïdées, il y a une différence profonde et facile à constater. Mais il ne faut pas oublier que ce caractère n'a plus de valeur diagnos-

tique quand les comparaisons portent sur d'autres sous-familles et d'autres tribus de Verbénacées, où des poils rameux ont été signalés dans divers genres.

DIAGNOSE ANATOMIQUE DES CHLOANTHOÏDÉES. — Caractères phylétiques : Tige primaire de section polygonale ou pourvue de microptères, parfois de macroptères. Système indumentaire consistant exclusivement en poils rameux, de forme du reste variable. Système glanduleux réparti tant sur les feuilles que sur les tiges, consistant en glandes sessiles ou stipitées, à adénophore simple quand il existe, à tête pourvue de divisions verticales. Épiderme de la tige et de la feuille simple. Écorce caulinaire à différenciations très variables (stéréome typique, collenchyme, chlorenchyme, etc.), à assise phloeotermique habituellement non différenciée. Stéréome péricyclique régulièrement développé dans la tige, moins régulièrement dans la feuille. Faisceaux libéro-ligneux disposés dans la tige en un seul cercle, bientôt confluents, à endoxyle variable ; course appartenant à des types divers, à trace toujours unifasciculée (excepté *Spartothamnella*) ; les Chloanthoïdées pourvues de macroptères sont munies d'un système libéro-ligneux macroptérique (pour les détails, voir p. 40 et 45). Périderme dans les axes aériens jeunes nul. Bois secondaire à stratification ordinairement indistincte, liber secondaire non stratifié. Liber à parenchyme abondant, à tubes criblés du type *Cucurbita*, avec cellules compagnes, peu abondants, à stéréides rares. Bois constitué par du parenchyme périvasculaire, des stéréides normales, des vaisseaux ouverts et des trachéides à ponctuations aréolées, parcouru par des rayons de parenchyme ponctués, à cellules appartenant au type dressé, 1-3 sériés, hauts d'environ 1-8 étages; mode de perforation des vaisseaux ouverts variable et recloisonnement des stéréides irrégulier et rare. Moelle persistante. Dans la feuille, tout l'espace laissé libre à l'intérieur de l'épiderme est rempli par du chlorenchyme qui enveloppe le système libéro-ligneux, sauf dans la nervure médiane (excepté chez *Spartothamnella*, *Cyanostegia*). Stomates entourés par au moins 4 cellules annexes. Laticifères et autres glandes internes nulles. Liber périmédullaire nul. Cystolithes nuls. Dépôts de cristaux irréguliers et sans caractères constants.

Caractères épharmoniques : Épiderme extérieur dans les macroptères et les feuilles enroulées à macrocytie accusée, à parois extérieures de l'épiderme variées. Macroptères, quand ils existent, enveloppant la tige et fonctionnant à la fois comme organes protecteurs et comme organes assimilateurs. Protection du chlorenchyme contre un milieu aride et chaud, réalisée tantôt par le développement d'un feutre

de poils rameux, tantôt par un épiderme glabre à parois externes prodigieusement épaissies et cuticularisées.

Conspectus des caractères anatomiques spéciaux aux genres et aux espèces. — Tous les genres et espèces sont caractérisables, d'une façon très nette, par leur structure anatomique. Comme pour les Stilboïdées, on remarquera que les caractères génériques sont en général les plus phylétiques; nous avons toujours non seulement cherché à mettre en évidence pour les genres les caractères échappant à l'action du milieu (macroptères, forme de la tige, etc.), mais essayé de graduer la valeur systématique des caractères épharmoniques. Il est évident qu'un épharmonisme palingénique qui modifie profondément une organisation, aura une valeur phylétique et systématique plus grande qu'un épharmonisme cénogénique qui n'a introduit dans les tissus que des modifications accessoires.

I. Tige primaire pourvue de macroptères accouplés deux par deux, naissant aux nœuds, longeant l'entrenœud sous-jacent et continus avec les marges foliaires au nœud suivant. Les macroptères enveloppent la tige et sont remplis de chlorenchyme, leur épiderme externe est macrocytique, l'interne est stomatifère et microcytique. Système libéro-ligneux macroptérique anastomosé dans chaque macroptère et correspondant aux faisceaux latéraux des feuilles, entièrement dépourvu de relations avec le système libéro-ligneux stélique de la tige; course des faisceaux stéliques caractérisée par une trace foliaire unifasciculée parcourant deux entrenœuds comme masse sortante, puis s'insérant sur deux racines séparatrices qui descendent à leur tour deux entrenœuds avant de se greffer sur des systèmes libéro-ligneux foliaires inférieurs; faisceau de la nervure foliaire médiane sortant intégralement dans un seul nœud.

Chloanthes.

1. Épiderme externe des macroptères et des feuilles à parois extérieures deux fois plus épaisses que les intérieures, faiblement cuticularisées, à lumen très grand, portant de gros poils rameux à base souvent pluricellulaire; épiderme interne à poils peu abondants, portant des glandes sessiles. Liber caulinaire sans scléréides. Chlorenchyme un peu palissadique sous l'épiderme externe dans les feuilles, en masse homogène dans les macroptères. Stéréides péricycliques éparses à la périphérie du liber dans les feuilles. Parenchyme neural (dans la nervure médiane du limbe) collenchymateux vers l'épiderme.

C. Stœchadis.

2. Épiderme externe des macroptères et des feuilles à parois extérieures jusqu'à douze fois plus épaisses que les intérieures, très fortement cuticularisées, bombées en dedans, à lumen très réduit, glabre ; épiderme interne portant, surtout sur les nervures et sur les marges, d'énormes touffes de poils, muni de glandes sessiles et de glandes stipitées. Liber caulinaire abondamment pourvu de scléréides. Chlorenchyme un peu palissadique sous l'épiderme externe dans les macroptères, pourvu de deux hautes assises de palissades typiques dans les feuilles. Stéréome péricyclique formant dans les feuilles une épaisse muraille adossée au liber. Parenchyme neural (dans la nervure médiane du limbe), à parois assez également épaissies . . . *C. coccinea.*

II. Tige primaire dépourvue de macroptères et de système libéro-ligneux non stélique.

1. Tige primaire dépourvue de microptères, pourvue ou dépourvue de collenchyme dans l'écorce, mais ne présentant jamais de stéréome cortical proprement dit. Épiderme caulinaire à parois extérieures 1-3 fois plus épaisses que les intérieures, non bombées intérieurement, à lumen grand. Stomates caulinaires à cellules annexes non différenciées d'une façon spéciale. Bois caulinaire à éléments médiocres et médiocrement sclérifiés. Feuilles développées, non caduques avant et pendant l'anthèse.

A. Chlorenchyme caulinaire nul ou très faiblement développé. Collenchyme caulinaire nul ou disposé en colonnettes débiles à la périphérie de la tige. Endoxyle faiblement ou médiocrement développé. Course de faisceaux variée. Pas de pétiole. Feuilles à limbe enroulé en dessous, à organisation bifaciale. Épiderme extérieur ordinairement macrocytique, l'intérieur seul stomatifère et ordinairement microcytique. Chlorenchyme présentant sous l'épiderme supérieur une rangée de palissades peu différenciées. Faisceau de la nervure médiane plongé dans du parenchyme neural. Pas de gaînes parenchymateuses autour des faisceaux foliaires. Indument à poils rameux. Glandes sessiles et stipitées.

a. Tige primaire pourvue de colonnettes faiblement collenchymateuses disséminées sous l'épiderme, faisant à peine saillie extérieurement, portant de rares stomates. Poils très abondants, portant plusieurs étages de rameaux. Épidermes foliaires presque homocy-

tiques. Course des faisceaux établie sur le *Stilbe* (voy. p. 15 et p. 59). Chlorenchyme caulinaire presque nul. Phlœoterme non différencié. Couronne de stéréides à la périphérie du liber. Faisceau de la nervure foliaire médiane de section elliptique plongé dans un parenchyme neural entièrement collenchymateux.

Dicrastyles Stœchas.

b. Tige primaire dépourvue de collenchyme caractérisé et de stomates. Poils médiocrement abondants ou très abondants, et alors émettant souvent toutes leurs branches à la fois au sommet de l'axe qui les porte. Épidermes foliaires homocytiques. — Course des faisceaux établie sur le type *Chloanthes* (voy. p. 43 et 58).

α. Jeune tige primaire de section trigone. Indument formant un feutre autour de la tige, à branches émises à une hauteur sensiblement égale et entrelacées les unes avec les autres. Glandes stipitées de deux sortes, les unes à adénophore réduit, bien plus courtes que les poils, les autres à adénophore très développé, aussi hautes ou plus hautes que l'indument. Écorce ± chlorophyllienne dans le jeune âge, phlœoterme non différencié. Stéréides péricycliques rassemblées en paquets et disséminées à la périphérie du liber. Faisceau foliaire de section réniforme à liber protégé par un péricycle collenchymateux. Parenchyme neural (dans la nervure foliaire médiane) ± collenchymateux . . . *Pityrodia Bartlingii.*

β. Jeune tige primaire de section quadrangulaire. Indument moins abondant, à poils robustes irrégulièrement ramifiés. Glandes stipitées d'une seule sorte, à adénophore réduit, bien plus courtes que les poils. Écorce incolore, même à un âge très jeune. Phlœoterme à cellules plus petites que les couches corticales environnantes, contenant des chloroplastes amylogènes. Stéréides péricycliques fusionnées en murailles continues, seulement interrompues pour un faible parcours sur les faces et coupées çà et là par des cellules de passage, du reste reliées tangentiellement par des stéréides

obliques isolées ou en groupes. Faisceau foliaire de section aplatie, à liber protégé par une muraille de stéréome péricyclique. Parenchyme neural (dans la nervure foliaire médiane), à parois minces. . . . . *Pityrodia uncinata*.

γ. Jeune tige primaire de section vaguement quadrangulaire. Indument très abondant, à branches irrégulièrement enchevêtrées. Glandes d'une seule sorte, à adénophore réduit ou nul. Écorce incolore, même à un âge peu avancé. Phlœoterme non différencié, contenant un peu d'amidon. Stéréides péricycliques fusionnées en murailles continues, seulement interrompues çà et là par une cellule de passage. Faisceau foliaire de section un peu aplatie, à liber protégé par des stéréides péricycliques. Parenchyme neural (dans la nervure foliaire médiane), entièrement et fortement collenchymateux.
Lachnostachys ferruginea.

B Chlorenchyme caulinaire très développé ou en bande mince ; point de collenchyme hypodermique dans la tige. Endoxyle médiocre ou faible. Pétiole nul ou court. Course des faisceaux établie sur le type *Chloanthes* (voy. p. 43 et 58). Feuilles à limbe plan ou presque plan, à organisation bifaciale ou ± centrique. Épidermes foliaires homocytiques ou hétérocytiques. Faisceau de la nervure foliaire médiane plongé dans un collenchyme neural. Pas de gaînes parenchymateuses autour des faisceaux foliaires. Indument à poils rameux très abondants. Glandes sessiles et stipitées rares.

a. Feuilles sessiles. Chlorenchyme caulinaire en bande mince.

α. Feuilles à bords un peu enroulés en dessous. Épidermes très hétérocytiques. Chlorenchyme différencié en une seule couche supérieure de hautes palissades et une couche inférieure épaisse de cellules rameuses. Feutre de poils, tant sur la tige que sur les feuilles, extrêmement dense, formé par l'enchevêtrement des rameaux des poils (ramifiés en parasols).
Lachnostachys albicans.

β. Feuilles à bords un peu enroulés en dessous. Épidermes fai-

blement hétérocytiques. Chlorenchyme faiblement différencié, à palissades petites, à éléments du chlorenchyme spongieux, plus globuleux que rameux. Poils plus lâchement et plus irrégulièrement ramifiés. . . . . *Pityrodia dilatata.*

b. Feuilles brièvement pétiolées (sur la structure de ce pétiole voy. p. 66). Chlorenchyme caulinaire formant une couche épaisse, à éléments palissadiques vers la périphérie, ou ajoutés bout à bout, de façon à constituer des trabécules radiaux. Feuilles planes, très plissées, à indument feutré (poils en parasol, à rameaux enchevêtrés). Épidermes homocytiques. Chlorenchyme centrique à palissades sur les deux faces . . . . . *Pityrodia atriplicina.*

C. Chlorenchyme caulinaire en bande mince tout autour de la tige, séparée du péricycle par une couche de parenchyme collenchymateux. Collenchyme caulinaire proprement dit fort d'une assise peu caractérisée et contenant des chloroplastes soustendant l'épiderme collenchymateux. Endoxyle faiblement développé. Course des faisceaux établie sur le type *Chloanthes* (voy. p. 43 et 58). Pas de pétiole. Feuilles à limbe plan, à organisation plus ou moins centrique. Épidermes foliaires très faiblement hétérocytiques, le supérieur moins stomatifère que l'inférieur. Chlorenchyme palissadique sur les deux faces. Faisceau de la nervure médiane plongé dans un parenchyme neural collenchymateux. Pas de gaînes parenchymateuses autour des faisceaux foliaires. Indument à poils rameux très abondants. Glandes sessiles et stipitées rares.

Pityrodia racemosa.

D. Chlorenchyme caulinaire en bande mince sur les faces, plus épais sous les angles, lacuneux, consistant en éléments globuleux souvent groupés en trabécules. Collenchyme caulinaire formant une bande hypodermique seulement interrompue sur les faces pour un faible parcours. Endoxyle assez fortement développé, restant longtemps cellulosique. Course des faisceaux établie sur un type particulier (voy. ci-dessus, p. 59). Pétiole développé (pour sa structure, voir p. 66). Feuilles à limbe presque plan, à organisation centrique. Épidermes tous deux homocytiques et stomatifères. Chlorenchyme formant généralement sous chaque épiderme

deux rangées de palissades séparées par un tissu spongieux central. Faisceau de la nervure médiane plongé dans le chlorenchyme, sauf dans le bas de la feuille (région de raccordement avec le pétiole), entouré d'une gaîne parenchymateuse, ainsi que les faisceaux latéraux. Indument nul sur l'appareil végétatif. Glandes sessiles . . *Cyanostegia*.

a. Trabécules chlorenchymateux dans les angles de la tige primaire peu nets. Pétiole à coussinet collenchymateux inférieur n'atteignant ordinairement pas l'épiderme, à chlorenchyme peu palissadique, à bois primaire développé. Limbe foliaire large, à couche palissadique de deux étages, à chlorenchyme spongieux copieux.
C. lanceolata.

b. Trabécules chlorenchymateux dans les angles de la tige primaire nets. Pétiole à coussinet collenchymateux inférieur atteignant l'épiderme, à chlorenchyme très palissadique et très centrique, à bois primaire peu développé. Limbe foliaire étroit, à couche palissadique dépassant souvent 2 étages de hauteur, à chlorenchyme spongieux réduit et dense . . . . *C. angustifolia*.

2. Tige primaire pourvue de 4 microptères angulaires saillants. Stéréome cortical consistant en 4 colonnes placées dans la moitié extérieure des microptères, et en bandes hypodermiques, fortes de 1-2 assises échelonnées sur les faces. Chlorenchyme dense remplissant tout le reste de l'écorce. Épiderme caulinaire à parois extérieures jusqu'à 10 et 12 fois plus épaisses que les intérieures, très bombées intérieurement, à lumen réduit. Stomates caulinaires à cellules annexes faisant saillie extérieurement et entourant les cellules de bordure d'une muraille. Stéréides péricycliques en paquets à la périphérie du liber, ce dernier sans scléréides. Bois caulinaire à éléments très denses et très sclérifiés ; endoxyle lignifié ; moelle tendre et persistante. Feuilles minuscules, promptement caduques, à épidermes homocytiques délicats, à stomates surélevés, groupés sur la face inférieure, à chlorenchyme bifacial, l'unique étage de palissades passant par dessus le faisceau médian, à faisceau médian de section elliptique débile, à péricycle ne remplissant pas de fonctions squelettaires. Poils rameux rares. Glandes sessiles.
Spartothamnella juncea.

IV

MYOPORACÉES

CHAPITRE PREMIER

Historique.

En 1786, Banks et Solander mentionnent, dans la description d'un nouveau genre de Gamopétales australien, la présence de nombreuses ponctuations pellucides dans les feuilles. Frappés de cette particularité, les auteurs anglais appellent leur genre *Myoporum* [1]. C'est là à la fois la première mention d'un genre de Myoporacées et aussi le plus ancien renseignement que l'on ait sur une des plus remarquables particularités histologiques de cette famille [2].

Pendant les 61 ans qui s'écoulèrent entre la publication de Banks et Solander et la monographie d'Alph. de Candolle, les idées concernant les *Myoporum* et genres voisins avaient eu le temps de s'éclaircir. R. Brown qui, le premier, établit une famille pour ce groupe sous le nom de Myoporinées [3], y faisait rentrer les genres *Myoporum*, *Pholidia*, *Stenochilus*, *Eremophila* et *Avicennia* [4]. L'illustre

[1] De *μύω, je ferme* et *πόρος, pore* — qui est pourvu de pores fermés.

[2] Banks et Solander, in Forster, *Prodr.*, p. 44, ann. 1786.

[3] R. Brown, *Prodromus floræ Nov.-Holl.*, p. 514, ann. 1810.

[4] Le nom de *Myoporineæ* a été changé en celui de *Myoporaceæ*, par Lindley en 1836 (*Nat. syst. of botany*, éd. 2, p. 279).

botaniste a ensuite exclu les *Avicennia*, mais ce rapprochement même indique l'affinité étroite qui existe entre les Verbénacées et les Myoporacées [1]. Cette affinité a été reconnue par tout le monde, ainsi que les relations intimes qui existent entre les Sélaginacées et les Myoporacées. Les grands critères distinctifs des Sélaginacées et des Myoporacées vis-à-vis des Verbénacées, consistent dans le fait que la radicule est supère chez les premières, infère chez les secondes. Les Sélaginacées diffèrent des Myoporacées par leurs anthères uniloculaires et la réduction du nombre des ovules à 1 ou 2 pour l'ovaire entier; le port est assez différent dans l'ensemble des deux familles. Le seul auteur qui ait émis une manière de voir différente en ce qui concerne les Myoporacées est Reichenbach. Ce botaniste leur a rattaché en 1828 le genre *Krameria* et les a considérées comme une division des Polygalacées [2]. Ce groupement paradoxal a été abandonné plus tard par son auteur [3] et n'a été suivi par personne; il n'offre même plus d'intérêt historique [4].

En 1847, dans sa monographie des Myoporacées [5], Alph. de Candolle a énuméré 12 genres qui sont : *Disoon, Nesogenes, Pseudopholidia, Dasymalla, Spartothamnus, Polycœlium, Myoporum, Eremophila, Eremodendron, Pholidia, Stenochilus* et *Bontia*. Sur ces 12 genres, 3 ont passé dès lors aux Verbénacées, ce sont : *Nesogenes, Dasymalla (Pityrodia!)* et *Spartothamnus (Spartothamnella!)*. Bentham [6] et Asa Gray [7] ont en outre rapporté les *Disoon* et les *Polycœlium* au genre *Myoporum*, les *Eremodendron* et les *Stenochilus* au genre *Eremophila*, enfin les *Pseudopholidia* au genre *Pholidia*. De la sorte, dans le *Genera* de la famille donné par Bentham en 1876 [8], nous ne trouvons plus que 5 genres qui sont :

[1] R. Brown, *Prodomus floræ Nov.-Holl.*, p. 514, ann. 1810.

[2] Reichenbach, *Conspectus regni vegetabilis per gradus naturales evoluti*, p. 120 (ann. 1828).

[3] En 1837 (*Handbuch des nat. Pflanzensystems*, p. 196), Reichenbach a rattaché les Myoporacées aux Globulariacées, en excluant le genre *Krameria*. Ce groupement est très supérieur au précédent.

[4] Le genre *Krameria*, rapproché des Myoporacées, avec lesquelles il n'a aucun rapport, a été longtemps ballotté. Sa dernière vicissitude a été de devenir le type d'une famille des Kramériacées (Chodat in *Arch. des sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXIV, nov. 1890) à cause de son diagramme inverse de celui des Légumineuses et de ses étamines hypogynes. Mais M. Taubert a démontré depuis, que les *Krameria* sont des Légumineuses Césalpiniées, voisines des Cassia. Le diagramme renversé est une apparence due à la résupination des pédicelles. Quant aux étamines hypogynes, elles se retrouvent chez d'autres Cassiées. Voy. Taubert, *Leguminosæ* (in Engler and Prantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, III Teil, Abtheil 3, p. 166, ann. 1892).

[5] Alph. de Candolle, l. c., p. 702 et 703.

[6] Bentham, *Flora australiensis*, V, p. 1-30.

[7] Asa Gray, in *Proceed. Amer. Acad.*, VI, p. 52.

[8] Bentham, dans Bentham et Hooker, *Genera plantarum*, II. 2 p. 1124-1125.

Myoporum, Pholidia, Eremophila, Oftia et *Bontia*. Le genre *Oftia*, considéré par Schauer comme une Verbénacée, à cause d'une erreur de cet auteur dans l'analyse de l'ovule et de l'embryon [1], est rapporté aux Myoporacées à la suite des études rectificatives de Bocquillon [2].

Mais la réduction ne devait pas s'arrêter là. En 1886 et en 1888, M. F. v. Müller a réuni les *Pholidia* aux *Eremophila* [3], réduisant ainsi la famille à 4 genres. Enfin en 1891, M. O. Kuntze a rapporté les *Pholidia* et les *Eremophila* au genre *Bontia* [4]. Cet auteur n'admet que 3 genres : *Myoporum, Bontia* et *Oftia ;* il ajoute que tôt ou tard les genres *Myoporum* et *Oftia* devront être réunis aux *Bontia*. On voit donc, qu'après un siècle de tâtonnements et de nombreuses distinctions génériques, on tend à revenir au point de départ, en réduisant le nombre des genres.

La plupart des auteurs ont donné la présence des organes signalés par Banks et Solander comme caractéristique pour la famille. Ainsi Endlicher dit à propos des feuilles : « Folia viscida, nunc glandulis resinosis conspersa » [5]. Alph. de Candolle dit de son côté : « Folia... plerumque glandulis resinosis conspersa » [6]. Seul, Bentham ne fait aucune mention de la particularité qui a valu son nom à la famille des Myoporacées [7].

Pendant plus de cinquante ans, les organes de Banks et Solander restèrent dans l'oubli, au point de vue histologique. En 1855, Unger figura pour la première fois une poche sécrétrice prise dans le diachyme (mésophylle) foliaire du *Myoporum tuberculatum* [8]. Cette figure représente une cavité contenant des gouttes d'huile, entourée de trois assises d'épithélium incolore. L'épiderme foliaire est simple ; le chlorenchyme paraît être centrique. L'auteur ne donne aucune indication sur la genèse de la poche figurée. Toutefois, sur sa figure, on ne voit aucune trace de restes de membranes pouvant faire croire à un développement lysigène.

En 1871, Martinet attribue aux poches des Myoporacées un développement

[1] Schauer, in DC. *Prodromus*, XI, p. 526 (sub *Spielmannia*).

[2] Bocquillon, in *Adansonia*. II, p. 5.

[3] F. v. Müller, *Descriptions and illustrations of the Myoporinous plants of Australia*. Vol. II Lithograms (seul paru). Melbourne 1886 ; *Key to Victorian Plants*, p. 186, ann. 1888.

[4] O. Kuntze, *Revisio generum plantarum*, II, p. 500 et 501, ann. 1891.

[5] Endlicher, *Genera plantarum*, p. 642.

[6] Alph. de Candolle, l. c., p. 701.

[7] Bentham, l. c. — On voit seulement dans cet ouvrage, à propos du genre *Myoporum*, cette vague indication : « Frutices... glabri lævesque v. glutinosi ».

[8] Unger. *Anatomie und physiologie der Pflanzen*, p. 213, fig. 90.

lysigène analogue à celui qu'il décrit chez les *Citrus*, sans entrer du reste dans aucun détail à ce sujet [1].

En 1877, de Bary a consacré quelques lignes aux Myoporacées [2]. Il signale les poches sécrétrices dans les feuilles et l'écorce de la tige. Chez le *Myoporum parvifolium* ces poches seraient superficielles ; elles sont profondes chez le *M. tuberculatum ;* l'épithélium est fort de 1 à 3 assises. L'origine de ces poches serait *lysigène.*

L'année suivante, M. Weiss a figuré une poche sécrétrice dans la feuille du *Myoporum viscosum* [3]. L'épithélium n'est fort que d'une seule assise. Au-dessus de la poche, M. Weiss figure un parenchyme incolore qui est constant chez l'espèce figurée, tandis qu'il manque chez le *M. tuberculatum.* L'auteur n'émet aucune opinion sur l'origine des poches chez les Myoporacées. Toutefois, comme dans la figure d'Unger, on ne voit dans le dessin du professeur de Prague aucun lambeau des parois résorbées.

M. Pokorny a examiné en 1882 les feuilles de nombreuses espèces des genres *Myoporum*, *Disoon*, *Pseudopholidia*, *Stenochilus* et *Bontia* [4]. Pour lui, l'origine de ces poches est très décidément *lysigène.* M. Pokorny n'a jamais vu de produit de sécrétion *dans* les cellules épithéliales. Cet auteur insiste sur la variabilité du lieu de formation des poches à l'intérieur d'une même espèce. Il donne quelques indications sur le contenu des poches et signale leur absence dans les genres *Eremophila* (*E. longifolia*) et *Pentacœlium* (*Myoporum bontioides,* A. Gray).

Les seules indications que l'on possède sur le bois des Myoporacées sont dues à M. Solereder qui, en 1885, a étudié le bois secondaire des *Myoporum acuminatum* et *Bontia daphnoides* [5].

Les principaux caractères de ce bois sont les suivants : Des rayons de parenchyme 1-2 sériés ; des vaisseaux disposés en files radiales, à lumens petits ; des perforations vasculaires simples, rondes ou elliptiques ; peu de parenchyme ; du libriforme à ponctuations simples ; enfin le fait que les ponctuations des vaisseaux sont aussi aréolées lorsqu'elles sont en contact avec les rayons de parenchyme. M. Solereder signale des poches sécrétrices dans la moelle.

[1] Martinet, *Organes de sécrétion des végétaux*, p. 184, ann. 1871 (*Ann. des sciences nat.*, 5 série, XIV, 1872).
[2] De Bary, *Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane*, p. 219.
[3] Weiss, *Anatomie der Pflanzen*, p. 281, fig. 179.
[4] Pokorny, *Ueber die durchsichtigen Punkte in den Blättern* (*Flora* LXV, p. 372 et 373).
[5] Solereder, *Ueber den systematischen Werth der Holzstruktur bei den Dikotyledonen*, p. 202.

La même année, M. van Tieghem reprend la question de l'origine des poches sécrétrices qui, pour lui, ont une origine *schizogène* [1]. Il indique la distribution des poches dans l'écorce primaire de la tige, dans la moelle et dans le mésophyle. Le savant professeur de Paris signale en outre la présence d'inuline dans le liber secondaire de la tige et de la racine, d'amidon dans l' « endoderme », et de singuliers cristaux aplatis en disque, contenant une petite mâcle radiée, dans la moelle âgée du *Myoporum ellipticum*. M. van Tieghem a étudié les *Myoporum ellipticum, M. parvifolium, Pholidia scoparia* et *Eremophila alternifolia*.

A la suite des recherches de M. van Tieghem, Mlle Leblois a donné, en 1887, une histogénie très soignée des poches sécrétrices des Myoporacées établie sur les *Myoporum serratum*, *ellipticum* et *parvifolium* [2]. Nous reviendrons en détail sur ce travail dont la conclusion est que les poches sécrétrices ont une origine *schizogène*. Pour Mlle Leblois le produit de la sécrétion se forme *dans* les cellules sécrétrices et filtre dans la cavité centrale *à travers* les membranes des cellules périphériques.

Enfin, en 1888, MM. van Tieghem et Douliot ont indiqué autour des radicelles naissantes du *Myoporum acuminatum* une poche endodermique, simple à la base, double au sommet. La racine serait tétrarche. L'arc péricyclique rhizogène comprendrait 8 cellules, 4 de chaque côté d'un faisceau ligneux [3].

Comme on voit, à part la note précitée, tout l'effort des anatomistes s'est porté, dans l'étude des Myoporacées, sur la question des poches sécrétrices et de leur origine. Seul M. Solereder nous a donné quelques détails sur le bois secondaire. On ne sait encore rien des nombreux autres tissus dans les trois membres. L'épiderme, l'indument, les glandes externes, les stomates, le chlorenchyme, le stéréome péricyclique, la constitution des faisceaux, leur parcours, enfin les nombreux tissus secondaires, tout cela est resté délaissé par les auteurs qui nous ont précédé. Aussi bien, lorsque nous nous sommes proposé de faire un tableau de l'organisation végétative des Myoporacées, avons-nous eu beaucoup à faire pour combler les lacunes étendues que présentait la connaissance de ces plantes. Nous avons étudié d'une

[1] Van Tieghem, *Deuxième mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes* (*Ann. des sc. nat.*, 7e sér., I, p. 55-57, ann. 1885).

[2] Mlle Leblois, *Recherches sur l'origine et le développement des canaux sécréteurs et des poches sécrétrices* (*Ann. des sc. nat.*, 7e sér., VI, p. 256-258, pl. VIII; fig. 1-5, ann. 1887).

[3] Van Tieghem et Douliot, *Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes* (*Ann. des sc. nat.*, 7e sér., VIII, p. 254 et fig. 270, ann. 1888).

façon aussi détaillée que possible 20 espèces représentant les 5 genres de Myoporacées admis par Bentham ; sur ces 5 genres, un, le genre *Oftia*, était encore entièrement inédit au point de vue anatomique. Nous avons disposé des matériaux vivants et conservés dans l'alcool pour les variétés de *Myoporum acuminatum* et *M. parvifolium*, toutes les autres espèces ont été étudiées sur le sec [1].

Voici la liste des espèces étudiées et leur distribution géographique, d'après Bentham [2], Alph. de Candolle [3] et nos recherches dans les herbiers :

Myoporum chinense (Alph. DC.) Gray. — Chine.

M. acuminatum R. Br. (incl. *M. ellipticum*, R. Br.) — Australie du Nord ; Queensland, N^elle^ Galles du Sud, Victoria, Australie occidentale.

M. serratum R. Br. (incl. *M. tuberculatum* R. Br. et *M. glandulosum* Alph. DC.). — N^elle^ Galles du Sud, Victoria, Tasmanie, Australie du Sud, Australie occidentale.

M. tenuifolium Forst. et Br. — N^elle^ Calédonie.

[1] Ces lignes étaient rédigées depuis longtemps quand deux publications récentes sur les Myoporacées sont venues à notre connaissance. M. Heckel (*Étude monographique de la famille des Globulariées*, p. DDDD [*Ann. de la Faculté des sc. de Marseille*, III, ann. 1893, suppl.]) a examiné le *Myoporum parvifolium* et n'a trouvé dans cette espèce, ni poils, ni glandes (??). Il signale la présence des cellules à contenu « résineux », au-dessous de la zone mécanique scléreuse de l'écorce. Il s'agit évidemment sous ce dernier nom des fibres péricycliques ; nous ignorons ce que peuvent être ces éléments à « contenu résineux » que nous n'avons jamais rencontrés, la figure 13, pl. VII, qui doit les illustrer est peu claire. Dans la feuille, l'auteur signale des raphides dans l'épiderme, des faisceaux immergés dans un chlorenchyme centrique, et un appareil stomatique entouré de 3 cellules annexes. — M. de Wettstein (*Myoporaceæ*, dans Engler und Prantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, IV. Teil, Abt. 3*b*, p. 354 et suiv., ann. 1895) n'émet aucune opinion sur l'origine des poches sécrétrices des Myoporacées, tout en les signalant ; elles feraient défaut dans le genre *Oftia*. M. v. Wettstein indique comme général pour la famille l'absence d'un liber interne : il n'a pas vu celui des *Oftia*. Du reste, cet article ne contient rien de nouveau, si ce n'est l'indication du développement ordinairement considérable du stéréome péricyclique et de la variété assez grande des glandes et des poils dans la famille. — Nous tenons à relever encore, dans le mémoire de M. de Wettstein, un point de nomenclature qui nous paraît avoir été traité trop rapidement. En réunissant les genres *Pholidia* et *Eremophila*, l'auteur autrichien adopte *Pholidia* comme nom du groupe ainsi formé, en citant Baillon (ann. 1888). Mais, avant Baillon, M. F. de Mueller avait déjà réuni les deux groupes sous le nom d'*Eremophila* (l. c., ann. 1886 et 1888). D'après les lois de la nomenclature (art. 55), c'est le nom le plus anciennement choisi qui doit subsister ; on doit donc dans le cas d'une réunion des genres *Eremophila* et *Pholidia*, écrire *Eremophila* (R. Br.) F. v. Muell. et non pas *Pholidia* (R. Br.) Baill.

[2] Bentham, *Flora australiensis*, l. c.

[3] Alph. de Candolle, *Prodromus*, l. c.

M. deserti A. Cunn. — Queensland, Nelle Galles du Sud, Victoria, Australie du Sud, Australie occidentale.

M. lætum Forst. — Nelle Zélande.

M. parvifolium R. Br. (incl. *M. humile* R. Br.) — Victoria, Tasmanie, Australie du Sud, Australie occidentale.

M. platycarpum R. Br. — Nelle Galles du Sud, Victoria, Australie méridionale.

M. Beckeri F. Muell. — Australie occidentale.

M. salsoloides Turczan. — Australie occidentale.

Pholidia brevifolia (Bartl.) Benth. — Australie occidentale.

Eremophila oppositifolia R. Br. — Nelle Galles du Sud, Victoria, Australie méridionale.

E. Brownii F. Muell. [1] — Queensland, Nelle Galles du Sud, Victoria, Australie occidentale, Australie méridionale.

E. Duttonii F. Muell. — Nelle Galles du Sud, Australie méridionale.

E. maculata F. Muell. — Australie septentrionale et méridionale, Queensland, Nelle Galles du Sud, Victoria.

E. denticulata F. Muell. — Australie occidentale.

E. alternifolia R. Br. — Nelle Galles du Sud, Australie méridionale.

Oftia revoluta (E. Mey.) Bocq. — Colonie du Cap.

O. Jasminum (Medik.) Westtst. [2]. — Colonie du Cap.

Bontia daphnoides Linn. — Indes occidentales.

Nous avons emprunté nos matériaux à la collection de l'Herbier Delessert, après avoir déterminé nous-même les échantillons qui nous ont servi de base; plusieurs espèces ont également été mises obligeamment à notre disposition par M. Autran, conservateur de l'Herbier Boissier [3].

[1] On ne peut conserver à cette plante le qualificatif *glaber* qui lui a été donné par R. Brown (*Prodr. fl. Nov.-Holland*, p. 517), attendu qu'elle est toujours poilue. Nous laissons aux futurs nomenclateurs de la famille le soin de décider si on peut admettre le nom choisi par le baron de Müller et par Bentham; ce nom est contraire aux lois de la nomenclature (art. 2 et 15).

[2] Le nom spécifique *Spielmannia Jasminum* (Medikus, *Act. acad. theod. palat.*, vol. III, phys., p. 196, tab. 10, ann. 1775) a la priorité sur le *Spielmannia africana* (Willd. *Spec. plant.*, III, p. 321, ann. 1800), nom que M. Bocquillon a transformé à tort en *Oftia africana*. Le changement qui en est la conséquence vient d'être opéré par M. de Wettstein. Nous avons substitué le nom de cet auteur au nôtre.

[3] Les échantillons desséchés ont tous été empruntés aux numéros de Drummond, Sieber et autres collecteurs cités par Bentham dans le *Flora australiensis*.

L'ordre suivi dans l'exposé des faits histologiques est un peu différent de celui que nous avons adopté pour les mémoires précédents, vu la grande variété des tissus et des organes considérés. Nous étudions séparément les *Myoporacées vraies*, c'est-à-dire celles qui possèdent des poches sécrétrices et qui n'ont pas de liber périmédullaire, et le genre *Oftia* qui est dépourvu de poches sécrétrices, mais qui possède un liber périmédullaire. Commençant par ce dernier groupe, nous examinons successivement la tige primaire, la tige secondaire et la famille. Prenant ensuite les Myoporacées vraies, nous décrivons dans des paragraphes distincts la tige primaire, la tige secondaire, le pétiole, le limbe foliaire, auxquels nous ajoutons le bourgeon et la racine. Dans une conclusion générale nous résumons les résultats obtenus aux points de vue histologique et systématique.

CHAPITRE DEUXIÈME

Myoporacées dépourvues de poches sécrétrices et munies de liber périmédullaire.

§ 1. TIGE PRIMAIRE

CONTOURS ; MACROPTÈRES RUDIMENTAIRES ; DISTRIBUTION GÉNÉRALE DES TISSUS. — La forme de la section de la tige chez les Myoporacées pourvues d'ailes assimilatrices est variable suivant les régions considérées, ainsi que selon l'espèce étudiée. Chez l'*Oftia Jasminum*, à feuilles alternes, la forme est vaguement arrondie dans les entrenœuds, très variable dans les nœuds. Chez l'*O. revoluta*, dont les feuilles sont verticillées par trois, la section de la tige est vaguement trigone aussi bien dans les nœuds que dans les entrenœuds. Il convient toutefois de remarquer que les pans des entrenœuds ne sont pas plans, mais connexes et même pouvus de saillies secondaires alternes avec les angles principaux.

Les marges foliaires des *Oftia Jasminum* et *O. revoluta* se prolongent le long de la tige sous la forme d'ailes qui d'abord larges au nœud n deviennent de plus en plus étroites à mesure que l'on descend l'entrenœud et s'évanouissent bien avant d'avoir atteint le nœud $(n-1)$. Il résulte de cette disposition que chez l'*O. revoluta* on trouve immédiatement au-dessous du nœud 6 macroptères, tandis que chez

l'*O. Jasminum*, le nombre en est variable suivant le cycle phyllotaxique réalisé par les feuilles, la longueur de l'entrenœud, la longueur des macroptères et le niveau considéré. Dans la première espèce, les macroptères sont très peu développés, dans la seconde ils le sont davantage et portent des petites dents comme le limbe foliaire. Nous reviendrons plus bas sur la valeur morphologique de ces organes, bornons-nous pour le moment à constater qu'ils ne possèdent pas de système libéro-ligneux propre, c'est pourquoi nous les qualifions de macroptères rudimentaires.

Les tissus à considérer dans les tiges macroptériques des Myoporacées sont : l'épiderme pourvu de stomates, le système sécréteur externe, les formations squelettaires éventuelles dans l'écorce, le chlorenchyme, le stéréome péricyclique, le système libéro-ligneux et la moelle.

Epiderme et stomates. — L'épiderme ne montre chez les *Oftia* que des variations tout à fait insignifiantes. Ses cellules ont un calibre à peu près semblable à celui des cellules corticales voisines. Les parois externes sont épaisses, mais guère plus que les parois internes. La raison de ce fait est que les parois internes prennent un développement collenchymateux. Chez l'*Oftia revoluta* la paroi externe est pendant très longtemps purement cellulosique, tandis que chez l'*O. Jasminum* elle se cuticularise très rapidement. Plus tard on voit la paroi épidermique externe chez l'*O. revoluta* se différencier en couches cuticularisées dans sa moitié extérieure, couches qui sont alors très distinctes les unes des autres. Dans les deux espèces, la cuticule est plissée.

Les stomates font défaut dans l'épiderme de l'axe caulinaire ; il faut probablement chercher la cause de cette absence dans le développement relativement faible du chlorenchyme et la nature collenchymateuse des parois qui séparent ce dernier tissu de l'épiderme. En revanche on trouve des stomates sur les macroptères rudimentaires. Ces stomates présentent la même structure que dans la feuille où ils seront décrits.

Indument. — L'indument des *Oftia* consiste en poils unisériés, simples, pluricellulaires. Ils ressemblent beaucoup aux adénophores des glandes stipitées qui seront étudiées à l'article suivant. Ceux de l'*O. Jasminum* se distinguent par leur longueur et leur grosseur; ils sont ondulés de façon à donner à l'indument une apparence crépue.

Appareil sécréteur externe. — Les *Oftia Jasminum* et *revoluta* sont pourvus

tous les deux d'une immense quantité de glandes épidermiques. Ces glandes sont stipitées et fonctionnent, grâce à ce fait et aussi grâce à leur abondance, également comme indument; elles sont de deux sortes.

Les petites glandes (fig. 14) ont un adénophore court formé de 1-3 cellules peu allongées. Parfois une de ces cellules est plus large et plus globuleuse que les autres. La tête est ovoïde et ordinairement indivise. Quand il y a des divisions, les cloisons sont verticales. Les grandes glandes ont un adénophore très allongé. Les éléments de l'adénophore, au nombre de 3-8, ajoutés bout à bout, ont une section rectangulaire allongée; ils diminuent de calibre de la base au sommet. La tête est petite relativement aux cellules de l'adénophore; elle présente les mêmes

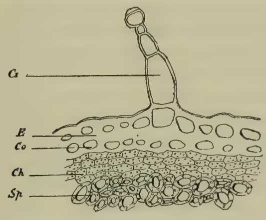


Fig. 14. — Section transversale dans la région périphérique d'un jeune entrenœud de l'*Oftia revoluta*. — *G*, glande stipitée. — *E*, épiderme. — *C*, collenchyme hypodermique. — *Ch*, chlorenchyme. — *Sp*, stéréome péricyclique. — Grossissement $\frac{116}{1}$.

caractères que celle des petites glandes. Le contenu de la tête sécrétrice est une huile essentielle qui soulève parfois la cuticule en s'extravasant. Les parois des adénophores et de la tête sécrétrice sont bien plus minces que la paroi externe de l'épiderme; elles sont pourvues d'une cuticule non perlée.

Collenchyme cortical. — Il n'existe pas, chez les Myoporacées macroptériques, de stérome cortical bien défini. Chez l'*Oftia Jasminum* l'écorce est même dépourvue de collenchyme dans les entrenœuds; seule la paroi collenchymateuse interne des cellules épidermiques contribue au soutien de l'écorce. Il en est autrement dans les nœuds, où l'écorce entière devient collenchymateuse, sans perdre pour cela ses fonctions assimilatrices. Chez l'*O. revoluta* (fig. 14), les entrenœuds sont pourvus

sur tout leur parcours d'un hypoderme collenchymateux fort d'une seule assise, lequel se distingue nettement du chlorenchyme sous-jacent par sa pauvreté en chloroplastes. Cet hypoderme collenchymateux est strictement limité à l'axe caulinaire et ne pénètre pas dans les macroptères rudimentaires. L'*O. revoluta* ne modifie pas la forme des parois de ses cellules corticales dans les nœuds, ou du moins d'une façon insignifiante.

Chlorenchyme. — Il y a peu de chose à dire sur ce tissu qui est réduit chez les *Oftia* à une couche forte de 2-5 assises, comprises entre l'épiderme ou son hypoderme collenchymateux et le stéréome péricyclique (fig. 14). Il est constitué par des éléments globuleux, plus ou moins lâches au début, plus serrés avec l'âge et très riches en chloroplastes. Le chlorenchyme remplit intégralement les macroptères où il prend un grand développement et se trouve desservi par des stomates. Le phlœoterme n'est nulle part différencié d'une façon spéciale. Cependant, chez l'*O. revoluta*, ses éléments sont en général plus petits et contiennent moins de chloroplastes que ceux des cellules corticales plus externes.

Stéréome péricyclique. — Ce tissu joue un grand rôle dans la tige des *Oftia*. Il forme une muraille continue, à peu près aussi épaisse que l'écorce et l'épiderme réunis, qui enveloppe étroitement le liber. Au début, le stéréome est collenchymateux, mais très vite il se lignifie. Ses éléments sont très gros, beaucoup plus que ceux de l'écorce, de calibre du reste variable, de sorte que la muraille est épaisse de 2, 3 ou 4 cellules suivant les points considérés (fig. 14). Çà et là, la muraille est percée par des cellules de communication peu ou pas lignifiées et contenant des chloroplastes amylogènes.

L'origine péricyclique de ce stéréome est extrêmement facile à démontrer vu son grand développement. Dès le début, il existe une ou deux grosses cellules incolores entre l'écorce et les tubes criblés initiaux. Ceux-ci ne sont jamais en contact avec le phlœoterme. Nous remarquons que toutes les fois que nous l'avons recherché, nous avons pu vérifier ce fait, dont l'authenticité est encore disputée dans certains groupes, à tort croyons-nous. Ces éléments péricycliques se recloisonnent longitudinalement une ou deux fois, et donnent directement naissance aux stéréides.

Comme on voit, cette organisation du stéréome péricyclique des *Oftia* rappelle beaucoup celle de *Pityrodia Bartlingii* décrit plus haut.

Histologie du système libéro-ligneux. — Dans la période primaire, comme du reste dans la période secondaire, le liber forme un revêtement extrêmement mince

à l'extérieur du bois; çà et là, ce revêtement n'est épais que de deux cellules. Les éléments qui entrent dans sa composition sont de petits tubes criblés, du type *Cucurbita*, et du parenchyme. Les tubes criblés, escortés d'étroites cellules-compagnes, sont généralement isolés et disséminés çà et là.

Les trachées initiales sont plongées dans un parenchyme endoxylaire tendre, à petits éléments, restant cellulosique. Les éléments vasculaires du bois primaire sont tous des trachées spiralées; seules les initiales sont çà et là annelées. Les rayons de parenchyme primaire qui séparent les trachées disposées en files aboutissent à l'endoxyle.

Les faisceaux sont très rapidement reliés par des arcs interfasciculaires essentiellement constitués par du libriforme. Le cambium qui donne naissance à ces arcs s'organise aux dépens du péricycle interfasciculaire, mais les éléments adjacents des rayons médullaires contribuent aussi à leur constitution, de sorte que la transition entre la moelle et le bois est ménagée sur beaucoup de points. C'est là un processus qui paraît fort répandu et que nous avons déjà signalé ailleurs[1].

Course des faisceaux libéro-ligneux [2]. — Les variations de structure qui se produisent aux niveaux successifs d'un segment concernent à peu près uniquement le système libéro-ligneux ; celles des autres tissus sont insignifiantes. C'est donc surtout à l'examen de la course des faisceaux que nous nous attacherons en décrivant un segment moyen de l'*Oftia revoluta*.

Une section transversale d'un entrenœud n présente une section plus ou moins arrondie ou vaguement polygonale. Au voisinage du nœud, cette section prend une forme plus triangulaire, qui facilite l'orientation (fig. 15 *A*). Dans chaque angle on aperçoit un gros faisceau qui bombe la stèle extérieurement; les trois faisceaux angulaires sont les faisceaux foliaires sortants au nœud n : *Fsa*, *Fsd*, *Fsg*.

Au milieu de chacun des intervalles qui séparent les faisceaux foliaires sortants on aperçoit un faisceau plus volumineux que ses voisins; ce faisceau est un faisceau foliaire expectant, destiné, comme on le verra plus loin, à sortir au nœud $(n+1)$. Les trois faisceaux foliaires expectants latéraux s'appelleront : *Fep*, *Fed*, *Feg*.

Chacun de ces faisceaux est flanqué à droite et à gauche d'un petit faisceau réparateur. Ces réparateurs sont répartis comme suit :

[1] Voy. *Monographie du genre Galeopsis*, p. 46.
[2] Voy. pour le système des notations, p. 5.

Pour	*Fsa*	les réparateurs	*Rsad*, *Rsag*
»	*Fsd*	»	*Rsda*, *Rsdp*
»	*Fsg*	»	*Rsga*, *Rsgp*
»	*Fep*	»	*Repd*, *Repg*
»	*Fed*	»	*Reda*, *Redp*
»	*Feg*	»	*Rega*, *Regp*.

On a donc sur la section, en partant de *Fsa*, 18 faisceaux qui sont, en allant de gauche à droite : *Fsa*, *Rsad*, *Reda*, *Fed*, *Redp*, *Rsda*, *Fsd*, *Rsdp*, *Repd*, *Fep*,

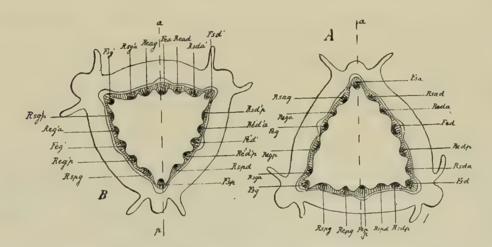


Fig. 15. — Section transversale dans la tige de l'*Oftia revoluta*. — *A*, entrenœud *n*. — *B*, entrenœud ($n+1$). (Se reporter au texte pour les notations).

Repg, *Rspg*, *Fsg*, *Rsga*, *Regp*, *Feg*, *Rega*, *Rsag*. Après quoi, on retrouve *Fsa*. Tous ces faisceaux sont reliés par des arcs interfasciculaires.

Au nœud *n*, les faisceaux sortants *Fsa*, *Fsd*, *Fsg* obliquent dans l'écorce et passent dans les feuilles (fig. 16). Leurs réparateurs de droite et de gauche se fusionnent en comblant les vides laissés par les faisceaux sortants.

De la sorte :	*Rsad*	se fusionne avec	*Rsag*
	Rsda	»	*Rsdp*
	Rsga	»	*Rspg*

Le produit de cette fusion constitue trois traces foliaires qui fonctionneront comme faisceaux expectants latéraux dans l'entrenœud ($n+1$), tandis que les faisceaux expectants latéraux de l'entrenœud *n* deviennent faisceaux sortants dans

l'entrenœud ($n+1$). Les nouveaux faisceaux sortants occupent comme précédemment les angles de la stèle, mais leurs plans de sortie sont placés dans les bissectrices des angles formés par les plans de sortie des faisceaux sortants de l'entrenœud n; nous les appellerons donc *Fsp*, *Fsd'*, *Fsg'* [1]. De même, les nouveaux faisceaux expectants occupent les faces latérales de la stèle, mais les faces correspondent aux angles de la stèle à l'entrenœud n; nous les appellerons donc *Fea*, *Fed'*, *Feg'*.

D'autre part, les réparateurs des faisceaux latéraux *Fep*, *Fed*, *Feg* donnent cha-

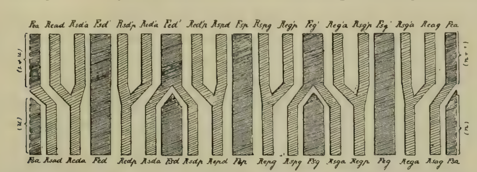


FIG. 16. — Développement de la course des faisceaux dans un segment caulinaire n chez l'*Oftia revoluta*. (Se reporter au texte pour les notations).

cun une branche, qui devient réparatrice des nouvelles traces foliaires expectantes latérales, autrement dit ils se divisent de façon à ce que l'on ait :

Read, *Rsd'a*	issus de	*Reda*
Rsd'p, *Red'a*	»	*Redp*
Red'p, *Rspd*	»	*Repd*
Rspg, *Reg'p*	»	*Repg*
Reg'a, *Rsg'p*	»	*Regp*
Rsg'a, *Reag*	»	*Rega*

[1] Les notations sont pourvues d'un accent afin de les distinguer des notations semblables de l'entrenœud précédent.

Les réparateurs sont groupes comme suit dans l'entrenœud ($n+1$) par rapport aux foliaires (fig. 15 *B*).

Pour	*Fsp*	les réparateurs	*Rspd*, *Rspg*
»	*Fsd'*	»	*Rsd'a*, *Rsd'p*
»	*Fsg'*	»	*Rsg'a*, *Rsg'p*
»	*Fea*	»	*Read*, *Reag*
»	*Fed'*	»	*Red'a*, *Red'p*
»	*Feg'*	»	*Reg'a*, *Reg'p*.

On retrouve donc en tout dans l'entrenœud ($n+1$) de nouveau 18 faisceaux qui sont en partant de *Fsp*, et en se dirigeant vers la droite : *Fsp*, *Rspd*, *Red'p*, *Fed'*, *Red'a*, *Rsd'p*, *Fsd'*, *Rsd'a*, *Read*, *Fea*, *Reag*, *Rsg'a*, *Fsg'*, *Rsg'p*, *Reg'a*, *Feg'*, *Reg'p*, *Rspg*. Après quoi on retrouve *Fsp*.

Au nœud ($n+1$) les fusions et divisions de réparateurs ont lieu comme au nœud n, de sorte que l'entrenœud ($n+2$) offre 18 faisceaux ayant la même position et par conséquent la même notation qu'à l'entrenœud n.

La caractéristique de ce parcours de faisceaux est donc : *que la trace foliaire est monodesmique; qu'entrée dans la stèle au nœud* n, *elle parcourt deux entrenœuds comme masse sortante et expectante; qu'elle s'insère au nœud* (n — 2) *sur les réparateurs par une racine double; que les réparateurs sur lesquels elle s'insère parcourent eux-mêmes deux entrenœuds sans entrer en contact avec les systèmes foliaires voisins*.

Parmi les variations présentées par les faisceaux dans les entrenœuds, il convient d'indiquer que l'état d'isolement des réparateurs varie quelque peu avec le calibre des tiges. Quand les pointements ligneux se rapprochent, les faisceaux semblent former une bande continue et il faut des coupes en séries comprenant plusieurs segments pour être orienté sur la valeur et la signification des différentes masses libéro-ligneuses. L'activité du cambium interfasciculaire rend du reste rapidement la lecture de la course difficile.

Chez l'*O. Jasminum*, les feuilles sont alternes et les sorties se font par conséquent à des niveaux différents. Cependant dans les traits essentiels la forme du système libéro-ligneux foliaire est la même. La trace foliaire est en effet unifasciculée et dirrhize. L'état de nos matériaux ne nous a malheureusement pas permis l'étude comparative de rameaux d'ordre différent possédant des cycles divers, ce qui aurait présenté un certain intérêt au point de vue anatomique.

Moelle et liber périmédullaire. — La moelle des *Oftia* est constituée pendant la période primaire et pendant que s'organisent les arcs interfasciculaires, par un parenchyme à gros éléments polyédriques, lâches, à parois minces et cellulosiques. Le calibre de ces éléments va rapidement en croissant de la périphérie au centre. Les parois des cellules sont finement ponctuées. Çà et là, mais rarement, on aperçoit un petit cristal d'oxalate de chaux, quadratique ou tabulaire, plongé dans le suc cellulaire.

La particularité la plus singulière de cette moelle, c'est de donner naissance, à sa périphérie, à des cordons libériens parfaitement caractérisés (fig. 17, 1). Les *Oftia* doivent donc être ajoutés à la liste des Dicotylédones pourvues de tubes criblés extra-libériens.

Les îlots de liber périmédullaire ne sont pas en nombre fixe et n'occupent pas non plus une position déterminée par rapport aux faisceaux libéro-ligneux normaux. Ils sont échelonnés à la périphérie, séparés de la couronne libéro-ligneuse par quelques gros éléments médullaires. Tantôt les îlots sont complètement isolés et assez éloignés de la couronne libéro-ligneuse, tantôt au contraire ils sont rapprochés les uns des autres et confluents. Dans ce dernier cas, ils forment des plages plus ou moins étendues. Si ces plages sont situées contre l'endoxyle, on obtient sur des sections transversales, de vastes masses dans lesquelles on ne peut distinguer le liber médullaire de l'endoxyle que sur des sections longitudinales en suivant le développement de la région considérée. On ne constate ce phénomène que chez l'*Oftia Jasminum*. Chez l'*Oftia revoluta*, le liber périmédullaire existe bien aussi, mais il est très réduit.

Les îlots sont constitués, sur des sections transversales, par de petits éléments polygonaux semblables à ceux de l'endoxyle. Les parois en sont minces et cellulosiques; çà et là seulement un peu collenchymateuses. Des sections longitudinales (fig. 17, 2) apprennent que ces éléments sont des tubes criblés, des cellules-compagnes et du parenchyme. Les cellules-compagnes proviennent d'un recloisonnement longitudinal des éléments-mères des tubes criblés, mais comme toutes les cellules sont très petites il est souvent difficile de les distinguer du parenchyme. On peut le mieux faire cette distinction au moyen de l'inclinaison des parois transversales qui est faible ou nulle dans les cellules eu parenchyme, tandis que les cellules-compagnes se terminent en pointe. Les tubes criblés sont étroits; ils sont coupés çà et là par des cribles inclinés ne comportant qu'une seule plage de perfo-

rations. Les cribles sont rapidement recouverts d'un cal convexe de taille médiocre. On peut facilement contracter en boyau leur contenu par l'alcool. Quand les tubes sont formés on ne peut plus déceler de noyau dans leur revêtement plasmique.

L'origine des îlots périmédullaires est relativement tardive. Ils se forment bien après la différenciation de cordons procambiaux au dépens d'une ou de plusieurs cellules médullaires. Les éléments médullaires mères du liber interne se cloisonnent une première fois d'une façon quelconque. Tantôt une seule, tantôt les deux

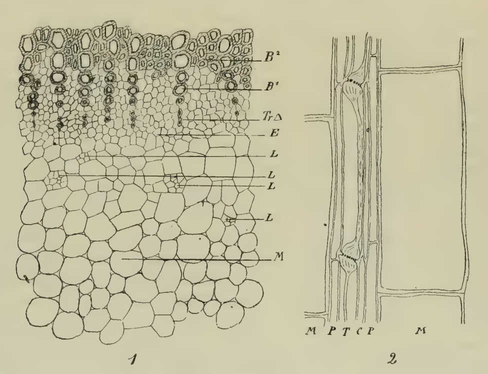


Fig. 17, 1. — Section transversale d'un jeune entrenœud de l'*Oftia Jasminum* opérée à la limite du bois et de la moelle. — *B^2*, bois secondaire. — *B^1*, bois primaire. — *Tr* $\triangle$, trachées initiales. — *E*, endoxyle. — *L*, îlots de liber périmédullaire. — *M*, moelle. — Grossissement $\frac{160}{1}$.
2. — Section longitudinale d'un îlot libérien périmédullaire dans la même espèce. — *T*, tube criblé. — *P*, parenchyme libérien. — *C*, cellule compagne. — *M*, moelle. — Grossissement $\frac{540}{1}$.

cellules-filles continuent le cloisonnement qui aboutit à la formation d'un petit méristème. Les éléments de ce petit méristème, une fois les premiers cloisonnements achevés, deviennent sans autres transformations du parenchyme ou des cellules-mères des tubes criblés et des cellules-compagnes. Il résulte de ce mode de production que, si l'îlot libérien est isolé et doit son origine à une seule cellule-mère,

l'on peut retrouver dans la forme de l'îlot les contours de la cellule médullaire primitive.

Les résultats auxquels nous amènent l'étude du liber périmédullaire des *Oftia* viennent donc confirmer les principes généraux établis par MM. Hérail[1] et Lamounette[2] d'après l'analyse de familles très différentes.

Raccord des feuilles et des bourgeons axillaires avec l'axe-mère. — En ce qui concerne le raccord des feuilles, il convient d'ajouter à ce qui a été dit dans les articles précédents les remarques suivantes : Le faisceau sortant se fractionne presque de suite après sa sortie de la stèle pour donner naissance à des faisceaux se rendant dans les nervures latérales les plus inférieures de la feuille. Ces faisceaux traversent la partie supérieure des macroptères au point où ils rejoignent la base de la feuille, mais il ne s'en détache aucun lobe ou aucun diverticule se rendant dans les ailes. Le collenchyme neural dont il sera question plus loin (§ 3) envahit la partie de l'écorce du nœud qui environne immédiatement le lieu de sortie ; nous avons vu que chez l'*O. Jasminum* cet envahissement s'étendait à toute l'écorce du nœud.

Les bourgeons et branches axillaires réduisent leurs faisceaux en deux masses libéro-ligneuses séparées par du parenchyme médullaire. Ces deux masses, fournies par l'accolement de tous les faisceaux de la branche axillaire, courent à droite et à gauche parallèlement au plan de sortie des faisceaux foliaires. Elles s'insèrent sur les réparateurs destinés à combler le vide produit par la sortie des traces foliaires, et contribuent de la sorte à combler ce vide. Ainsi dans le nœud *n* étudié ci-dessus :

Le bourgeon I^n s'insère sur *Rsag*, *Rsad*
» II^n » *Rsda*, *Rsdp*
» III^n » *Rsga*, *Rsgp*

Au nœud $(n+1)$:

Le bourgeon I^{n+1} s'insère sur *Rspg*, *Rspd*
» II^{n+1} » *Rsd'a*, *Rsd'p*
» III^{n+1} » *Rsg'a*, *Rsg'p*

Au point même où les faisceaux du bourgeon ou du rameau axillaire s'insèrent,

[1] Hérail, *Recherches sur l'anatomie comparée de la tige des Dicotylédones. (Ann. sc. nat.*, 7e sér., II, 1885.)

[2] Lamounette, *Recherches sur l'origine morphologique du liber interne. (Ann. sc. nat.*, 7e sér., XI, 1890.)

ils confluent en une seule masse couvrant un bras radial de moelle; la masse ainsi formée a, en section transversale, la forme d'un arc épais.

Il n'est pas facile de s'assurer de la présence, dans le bras de parenchyme, de tubes criblés médullaires. On en trouve cependant quelques-uns qui sont en relation d'une part avec le liber périmédullaire du rameau axillaire, d'autre part avec le liber interne de la feuille axillante.

Discussion de la valeur morphologique des macroptères rudimentaires chez les Oftia. — Les macroptères des *Oftia* sont rudimentaires en ce sens qu'ils ne sont pas vascularisés, tout en ayant un développement relativement considérable. Ils ne possèdent aucun critère anatomique qui permette d'établir avec une certitude absolue leur valeur morphologique, comme c'était le cas pour les *Chloanthes* (voy. p. 45-49). Cependant, on constate facilement que ces macroptères diminuent graduellement de diamètre et ne se prolongent pas tout le long des entrenœuds. Il devient dès lors très rationnel de les considérer comme les bases des feuilles, dont la surface d'insertion se prolonge sur les entrenœuds par un phénomène d'entraînement.

§ 2. TIGE SECONDAIRE

Périderme et tissus extra-libériens. — Nous avons peu de renseignements à donner sur ce tissu chez les *Oftia*. Chez l'*O. Jasminum,* nous avons constaté l'existence d'un phellogène hypodermique produisant une épaisse couche de liège sous l'épiderme et pas de phelloderme. Mais il est probable qu'avec l'âge, il se produit une sinon plusieurs assises phellogéniques plus internes, fait que les matériaux à notre disposition ne nous permettent pas d'élucider.

Lorsque le cambium et l'assise phellogénique sont en pleine activité, le chlorenchyme est tout à fait écrasé et souvent méconnaissable. L'épaississement des stéréides péricycliques n'atteint pas un degré beaucoup supérieur à celui qu'il avait lors de la création des arcs interfasciculaires. En revanche, la sclérification est considérable pour certaines cellules isolées de l'écorce et procède jusqu'à extinction parfois presque complète du lumen. Ces scléréides sont pourvues de ponctuations canaliformes parfois bifurquées.

Liber. — Le liber secondaire ne présente pas de caractères nouveaux par rapport au liber primaire, si ce n'est la présence de rayons de parenchyme. On cons-

tate çà et là dans le liber secondaire des scléréides analogues à celles de l'écorce, mais moins grosses et à parois moins épaissies.

Bois. — Le bois secondaire des *Oftia* possède une organisation très simple. La seule catégorie d'éléments vasculaires qui soit représentée, est celle des vaisseaux ouverts. Ces vaisseaux sont disposés en files radiales continues, les lumens communiquant entre eux par des ponctuations aréolées. Au bout d'un certain parcours radial les files de vaisseaux s'arrêtent, mais elles sont mises en communication avec d'autres files voisines et placées plus loin par des vaisseaux isolés. Les ponctuations aréolées ont la même forme arrondie et le même calibre tout autour des parois, quels que soient d'ailleurs les contacts des vaisseaux. Ceux-ci se rencontrent toujours sur plusieurs points de leur parcours avec des rayons de parenchyme. Comme ces derniers ont leurs côtés presque plans, ainsi que nous allons le voir, le contact entre le vaisseau et le rayon de parenchyme est très intime et la zone qu'il occupe très étendue.

Les rayons de parenchyme sont en effet 1-2 sériés. Les cellules en sont très étroites suivant la tangente, mais allongées suivant le rayon et la hauteur; elles rentrent donc dans le type « dressé ». Les parois sont moins épaisses que celles des stéréides libriformiennes et criblées de ponctuations arrondies. Ces ponctuations ne nous ont pas paru être élargies au contact des ponctuations aréolées des vaisseaux. La hauteur des rayons comporte 1-8 étages. Quand les rayons sont 2-sériés les cellules ne paraissent pas présenter des différences constantes aux différents étages. Au contraire dans les rayons 1-sériés et élevés, les cellules des étages moyens sont en général plus hautes que celles des étages ultième et pénultième.

Le stéréome libriformien n'est pas cloisonné. Ses éléments sont fortement sclérifiés et pourvus de ponctuations contournées simples. Le stéréome remplit intégralement l'espace laissé entre les vaisseaux et les rayons de parenchyme.

Ajoutons, pour terminer, que les perforations des vaisseaux sont simples, elliptiques ou arrondies, transversales ou obliques.

Moelle et liber périmédullaire. — Il n'y a rien à ajouter sur l'histologie de ces tissus, qui conservent pendant la formation des tissus secondaires leurs caractères de la période primaire. Cependant le liber périmédullaire et l'endoxyle s'écrasent et deviennent méconnaissables. Il n'y a pas, en particulier, dans la moelle, de sclérification secondaire notable. L'endoxyle ne se sclérifiant pas, il ne présente pas plus de différences par rapport au liber médullaire dans la tige secondaire que dans la tige primaire.

§ 3. LA FEUILLE

Épiderme et ses annexes. — L'épiderme présente quelques différences chez les *Oftia Jasminum* et *O. revoluta*. Dans la première espèce, la paroi externe des cellules est très sclérifiée et entièrement cuticularisée ; le lumen est ordinairement plus étroit que la paroi extérieure. Les parois radiales et internes sont relativement minces. Chez l'*O. revoluta*, les parois extérieures sont médiocres et bien moins fortement cuticularisées.

Les poils et les glandes stipitées présentent les mêmes caractères dans la feuille que dans la tige. Cependant les cellules basilaires de ces organes se sclérifient comme l'épiderme.

Quant aux stomates, ils sont placés au même niveau que l'épiderme. Leurs cellules annexes ne sont pas différenciées d'une façon notable. Les arêtes extérieures sont très saillantes et, comme les lèvres du stomate sont fortement prononcées, il existe une assez grande antichambre extérieure. Les arêtes internes sont presque nulles et se confondent avec les lèvres. Les lumens des cellules de bordure sont transversaux et ont une section de forme triangulaire.

Au-dessous de chaque stomate il existe une assez grande chambre respiratoire.

Les stomates sont localisés à la face inférieure des feuilles. Comme disposition, ils appartiennent au type verbénacé. Ils sont en effet entourés de 4-6 cellules annexes dont la forme et la situation varient d'un stomate à l'autre. Sur des sections tangentielles, on peut constater que la forme des cellules épidermiques est régulièrement polygonale.

Chlorenchyme. — Le chlorenchyme des *Oftia* a une disposition bifaciale qui ne présente du reste aucune particularité. Chez l'*O. revoluta*, le chlorenchyme comporte à la face supérieure 1 assise palissadique, tandis que chez l'*O. Jasminum* il en comporte habituellement 2, l'inférieure étant moins bien caractérisée que la supérieure. Le tissu spongieux est aussi plus épais chez l'*O. Jasminum* que chez l'*O. revoluta*.

La présence de marges foliaires un peu enroulées en dessous chez l'*O. revoluta* n'entraîne avec elle aucune différence histologique appréciable.

Stéréome péricyclique. — Le stéréome péricyclique offre des caractères très disparates dans les deux espèces. Tandis que, chez l'*O. revoluta*, on voit à la péri-

phérie du liber quelques stéréides isolées, le stéréome de l'*O. Jasminum* prend un grand développement. Il est constitué par une épaisse muraille, forte de 2-4 assises de stéréides. Cette muraille est percée çà et là par des allées de parenchyme qui mettent en communication le liber et le parenchyme neural; ces allées sont unisériées.

Les stéréides péricycliques se lignifient très vite ; la sclérification procède jusqu'à presque extinction du lumen.

Système libéro-ligneux. — Le faisceau sortant de la tige se divise immédiatement en 3 ; les deux branches latérales se rendent dans les nervures latérales les plus inférieures. Après cette première division, le faisceau de la nervure médiane a une section réniforme. Il est beaucoup plus volumineux chez l'*O. Jasminum* que chez l'*O. revoluta*. Dans cette dernière espèce, les éléments vasculaires sont peu nombreux ; chez l'*O. Jasminum*, ils consistent en grande partie en trachées disposées en files radiales régulières et séparées par des bras de parenchyme.

Le liber externe présente les mêmes caractères que le liber primaire de la tige ; il forme une mince bande entre le péricycle et le bois.

Pour ce qui est du liber interne, il est difficile à mettre en évidence sur des matériaux d'herbier, vu l'écrasement de ses tissus qui sont très délicats et dépourvus de protection. On peut cependant constater sa présence chez l'*O. Jasminum* où il consiste en quelques tubes criblés situés au bord de l'endoxyle. L'endoxyle lui-même forme une lisière étroite tout le long des trachées initiales.

Parenchyme neural. — Les faisceaux, au moins dans la nervure médiane et les nervures latérales un peu grosses, sont plongés dans un parenchyme neural caractérisé. Ce parenchyme est plus épais à la face inférieure qu'à la face supérieure. Il possède à la face supérieure un caractère plus nettement collenchymateux qu'à la face inférieure. Les deux coussinets de parenchyme neural sont assez nettement séparés l'un de l'autre grâce au fait que le chlorenchyme spongieux vient s'appuyer à droite et à gauche contre les faisceaux des nervures.

CHAPITRE TROISIÈME

Myoporacées munies de poches sécrétrices et dépourvues de liber périmédullaire.

§ 1. TIGE PRIMAIRE

Contours ; distribution générale des tissus. — Les contours de la section transversale chez les Myoporacées à appareil sécréteur interne présentent un intérêt médiocre. En effet, les feuilles étant alternes, la forme de la section varie sensiblement avec les niveaux considérés, elle varie aussi au même niveau jusqu'à un certain point sur des rameaux d'un même individu selon le cycle phyllotaxique qui régit les feuilles et selon le nombre et l'importance des bourgeons axillaires. Par conséquent la forme de la section de la tige n'est pas un facteur morphologique important. En général la section est irrégulièrement pentagonale ; souvent trois des angles prennent un développement exagéré et la section tend à devenir triangulaire. Comme ce dernier cas se manifeste ordinairement au voisinage des nœuds, les deux formes se rencontrent le plus souvent aux divers niveaux d'un même segment.

Les tissus que nous aurons à étudier dans la tige primaire du second groupe de Myoporacées sont les suivants : l'épiderme et les stomates ; l'indument ; le système sécréteur externe ; le chlorenchyme ; les poches sécrétrices corticales ; le système libéro-ligneux et la course des faisceaux ; la moelle et les poches sécrétrices médullaires. Si le nombre des tissus est relativement grand, en revanche les variations spécifiques sont d'une amplitude plus faible que dans les Stilboïdées et les Chloanthoïdées étudiées précédemment.

Épiderme. — L'épiderme est rarement constitué par des cellules à parois extérieures médiocres, non cuticularisées, recouvertes d'une cuticule simple et ne faisant pas ou peu saillie extérieurement (*Eremophila oppositifolia*). Plus souvent la paroi externe est considérablement plus épaisse que l'interne (*Myoporum salsoloides*) et surtout les régions extérieures au moins de cette paroi externe sont fortement cuticularisées (*Myoporum acuminatum*, *M. serratum*, *M. lætum*, *M. chinense*, *Pholidia brevifolia*, *Eremophila Brownii*, *E. alternifolia*, *Bontia daphnoides*).

Dans ces espèces, les parois latérales sont bien distinctes et forment un angle assez net avec les parois externes ; elles ne sont point cuticularisées. Il en est autrement chez le *Myoporum platycarpum* où la section des éléments épidermiques a la forme d'un fer à cheval, les parois radiales montrant une cuticularisation avancée et se reliant par une courbure graduelle avec les parois externes. Le *M. deserti* offre quelque chose d'analogue, seulement la cuticularisation s'arrête dans la partie supérieure épaisse des parois radiales sans descendre dans la partie inférieure plus mince. Dans la majorité des espèces, les cellules épidermiques font saillie extérieurement sous forme de papilles ; la surface de ces papilles est fortement bombée, rarement plutôt aplatie (*Pholidia brevifolia*). Du reste beaucoup d'espèces ont leurs cellules épidermiques plissées extérieurement, de sorte qu'un même élément présente souvent plusieurs saillies (*Myoporum acuminatum*, *Pholidia brevifolia*, etc.)

Il y aurait diverses remarques intéressantes à faire sur les stomates, mais comme ces organes sont plus développés sur les feuilles, où ils présentent du reste les mêmes caractères, nous préférons renvoyer leur description au § 4.

Indument. — Beaucoup de Myoporacées vraies n'ont aucun indument (*Myoporum*, *Pholidia*, *Bontia*, *Eremophila oppositifolia*[1]). Nous n'avons rencontré d'indument que chez les *Eremophila Brownii*, *E. alternifolia* et *E. maculata*. Chacune de ces espèces possède des poils d'une forme différente.

Chez l'*E. maculata*, nous trouvons des poils simples, unisériés, coniques. Ces poils sont formés par deux ou trois cellules cylindriques et allongées. La cellule basilaire est la plus courte, la dernière est beaucoup plus allongée et ordinairement recourbée de façon à diriger son sommet vers l'épiderme. Ce sommet est ogivo-conique. Les parois de ces poils sont relativement épaisses, quoique beaucoup moins que les parois externes de l'épiderme, et leur cuticule porte de nombreuses perles.

L'*E. alternifolia* possède des poils aquifères dont nous renvoyons la description au § 4, vu que nos préparations de feuilles sont plus complètes et plus instructives que celles de la tige ; on trouvera mentionnées là les modifications de ces poils spéciales à la région caulinaire.

[1] Bentham (*Flora australiensis* IV, p. 20) dit de cette espèce « quite glabrous or the young shoots hoary or yellowish with a close minute tomentum ». Nous n'avons pas trouvé cette modification dans nos maigres matériaux. En tous cas, les feuilles de cette espèce sont glabres.

Mais les poils de beaucoup les plus singuliers que nous aient présentés les Myoporacées sont les poils hérissés de l'*E. Brownii* (fig. 18). Ces poils sont constitués par des étages successifs de cellules d'autant plus courtes, en général, que l'on se rapproche du sommet du poil. Ces cellules sont prolongées latéralement en une longue branche conique horizontale. Les cellules terminales du poil sont prolongées en bras orientés obliquement et verticalement de façon à ce que le sommet soit couvert d'une ramure à contours généraux arrondis. Tantôt les branches successives divergent entre elles d'un certain angle, d'ailleurs variable; tantôt elles sont insérées en petit nombre au même niveau. Dans ce dernier cas l'axe est renflé en une sorte de nœud. Les « nœuds » deviennent plus évidents quand, comme c'est le cas

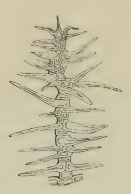


Fig. 18. — Poil hérissé de l'*Eremophila Brownii*. Grossissement $\frac{88}{1}$.

çà et là, ils sont séparés par une cellule « internodiale » non prolongée en bras. Ces poils réagissent d'une façon très faible vis-à-vis des réactifs et colorants de la cutine; ils ne portent pas de perles. Leurs parois sont fortement sclérifiées; dans toute la partie supérieure des bras, le lumen est réduit à une ligne ou devenu invisible.

L'*Eremophila Duttonii* possède des poils ramifiés, différents de ceux qui viennent d'être décrits. Les cellules ont des parois épaisses, surtout les inférieures. Les rameaux sont ascendants et plus ou moins coniques à l'extrémité. Les courtes branches sont entrelacées de façon à constituer un feutre lâche.

Système sécréteur externe. — C'est encore le genre *Eremophila* qui nous a fourni les preuves de l'existence d'un système sécréteur externe sur la tige des Myoporacées pourvues déjà d'un appareil sécréteur interne.

L'*Eremophila maculata* possède des glandes stipitées, à adénophore court et à

tête massive. L'adénophore ne comporte pas au delà de 3 cellules, de section longitudinale rectangulaire, à parois médiocres recouvertes extérieurement d'une cuticule. La tête est massive, ovoïde, à divisions d'abord verticales, puis horizontales, qui aboutissent à la formation d'un vrai parenchyme. Tantôt la tête en reste à une seule ou deux divisions verticales, tantôt la division se continue jusqu'à 8 cellules; ce nombre est le maximum que nous ayons pu constater.

Chez l'*E. Brownii*, il n'existe que de grosses glandes sessiles, rares d'ailleurs. La tête est unicellulaire, très bombée; le contenu de cette glande est très foncé; la cuticule est parfois légèrement soulevée. On retrouve ces glandes chez diverses espèces, particulièrement celles qui sont visqueuses (*Myoporum Beckeri*, *Eremophila denticulata*, etc.).

Chlorenchyme. — Chez toutes les Myoporacées pourvues de poches sécrétrices, le chlorenchyme est développé dans la tige. Ses modifications sont toutefois peu nombreuses. Dans la plupart des espèces les éléments de ce tissu sont globuleux, lâches; et leur teneur en chloroplastes augmente du centre vers la périphérie de l'écorce (*M. acuminatum*, *M. Deserti*, *M. serratum*, etc.). Plus rarement les assises intérieures sont assez nettement incolores. On peut distinguer alors, à l'époque où l'activité cambiale a commencé, deux zones corticales du reste mal délimitées, l'une externe chlorophyllienne et dense, l'autre interne incolore (*Pholidia brevifolia*). Nulle part, on ne voit l'assise phlœotermique assumer des caractères particuliers, on peut cependant presque partout la distinguer sans trop de peine grâce au développement stéréique du péricycle.

Plusieurs espèces ont une tendance à former des grands méats situés vers l'intérieur (*Myoporum laetum*, *M. chinense*, *M. platycarpum*, *M. salsoloides*). Ces lacunes sont parfois difficiles à distinguer, sur des coupes transversales, des vieilles poches sécrétrices qui ont perdu leur contenu. De toutes les espèces, ce sont les *Myoporum platycarpum*, *M. chinense* et *M. laetum* qui présentent la formation de méats la plus élégante et la plus régulière. Les éléments sont disposés bout à bout de façon à former des trabécules anastomosés. Les trabécules circonscrivent de grands canaux aérifères de section polygonale. Ce chlorenchyme lacuneux est surtout placé sous les saillies angulaires et séparé de l'épiderme par quelques assises plus denses. Le *M. salsoloides* possède des lacunes d'un développement beaucoup moins régulier.

Poches sécrétrices corticales. — Toutes les Myoporacées examinées par nous,

à l'exception des *Oftia* traités dans un chapitre précédent, sont pourvues de poches sécrétrices corticales[1]. Le lieu de formation de ces poches est absolument indéterminé; toutes les parties de l'écorce peuvent leur donner naissance. Tantôt elles sont situées dans des assises profondes, tantôt au milieu, tantôt enfin sous l'épiderme. Dans ce dernier cas, elles soulèvent l'épiderme extérieurement en produisant à la surface de l'organe une bosse très visible, même à l'œil nu, ce qui a eu pour conséquence des distinctions spécifiques comme celles des *Myoporum tuberculatum* et *viscosum*, qui ne se distinguent guère du *M. serratum* type que par cette particularité. Mais on trouve des intermédiaires entre ces diverses dispositions à l'intérieur d'une même espèce, on ne saurait donc leur accorder une valeur particulière.

A l'état adulte, les poches ont une forme sphérique (fig. 19 *C*). Plus tard, quand l'accroissement en diamètre commence à se faire fortement sentir et étire tangentiellement les régions corticales, les poches suivent cet étirement et s'aplatissent suivant le rayon. Ces poches sont pourvues de deux enveloppes assez distinctes. La plus extérieure de ces enveloppes est fournie par une couche de cellules corticales aplaties, qui fonctionne comme tégument protecteur. Ces cellules ont des parois relativement épaisses; elles contiennent des chloroplastes. L'enveloppe interne, qui appartient à la poche comme enveloppe propre, est un *épithélium* fort de plusieurs assises, dont les cellules sont un peu étirées tangentiellement et à parois purement cellulosiques extrêmement minces. Les cellules de l'épithélium ne contiennent point de chloroplastes. M. Pokorny assure n'avoir jamais vu de produit de sécrétion *dans* les cellules de l'épithélium[2]. Cette manière de voir est très exacte, mais nous nous demandons, en présence des déficits que présentent les descriptions de cet auteur, si cette affirmation n'est pas due à un simple hasard, plutôt qu'à une observation méticuleuse, laquelle, comme on le verra plus loin, est difficile à mener à bonne fin.

Relativement au contenu des poches sécrétrices, nous pensons qu'il consiste dans tous les cas en un produit oléo-résineux. M. Pokorny dit bien qu'il a vu une résine jaune et friable chez le *Disoon floribundum*, une poudre grise gommo-résineuse chez le *Stenochilus albicans*, et un corps balsamique réticulé chez un *Pseudopholidia*[3], mais il est difficile de juger de la nature de ces corps d'après leur résidu

[1] Les exceptions indiquées vaguement dans les genres *Myoporum* et *Eremophila*, par M. Pokorny, sont très probablement dues à des erreurs.

[2] Pokorny, *Ueber die durchsichtigen Punkte in den Blättern* (*Flora*, vol. LXV, p. 373, ann. 1884).

[3] Pokorny, l. c.

sur des matériaux secs. Sur la plante vivante, le contenu des poches nous est toujours apparu sous la forme de grosses gouttes d'huile d'un jaune clair. En ramollissant des matériaux secs pour l'étude, nous avons extrait de toutes les espèces la même huile qui venait flotter en larges nappes à la surface de l'eau. L'apparence spéciale qu'offre le contenu des poches sur des matériaux desséchés peut tenir à la dessiccation prolongée et à l'âge de la poche au moment où cette dessiccation a été opérée.

Ajoutons que dans les poches âgées, l'épithélium disparait complètement; avec lui s'évanouit aussi le produit de sécrétion qui disparaît graduellement. On ne trouve plus ces poches que constituées par une cavité vide entourée de l'enveloppe parenchymateuse externe.

Genèse des poches sécrétrices corticales. — Nous avons vu plus haut (p. 83) que pour de Bary, Martinet et M. Pokorny, les poches étaient d'origine *lysigène*. Au fond, le seul argument sur lequel se basent ces auteurs, argument donné par M. Pokorny, c'est que les poches âgées n'ont pas un épithélium lisse, mais que la surface de cet épithélium porte des lambeaux de parois qui sont les restes des cellules internes désorganisées. M. Van Tieghem et M[lle] Leblois sont d'un avis exactement contraire; ces deux auteurs admettent que l'origine des poches est *schizogène*.

Disons de suite que nos recherches souvent répétées sur plusieurs espèces confirment entièrement la description de M[lle] Leblois qui nous a paru être presque minutieusement exacte, *mais seulement en ce qui concerne la genèse de la poche*. Pour ce qui est du *lieu* et du *mode de sécrétion* de l'huile, nous sommes arrivé à des résultats très différents des siens.

Dans l'écorce des premiers entrenœuds de la tige du *Myoporum acuminatum*, ou du *M. parvifolium* (fig. 19 *A-F*), on aperçoit des cellules à cytoplasme plus dense et plus chargé de microsomes que les éléments voisins. Ces cellules, qui sont les cellules-mères des poches sécrétrices, sont dispersées sans ordre dans l'écorce; parfois elles sont en contact avec l'épiderme. Chacune de ces cellules se divise une première fois transversalement. Cette première division est suivie de partitions dans des plans perpendiculaires, qui aboutissent à la formation de 8 cellules-filles disposées comme les octants constitutifs d'une sphère. Les noyaux des cellules-filles sont très rapprochés de la cloison communes aux 8 cellules. Bientôt, les 8 cellules grossissent et s'écartent les unes des autres de façon à limiter un espace cubique.

L'accroissement continuant, les 8 cellules bordant le méat se divisent par des parois radiales et tangentielles ; elles s'écartent de plus en plus et la cavité augmente de volume. Il en résulte une caverne polygonale, tapissée par une couche de petites cellules allongées tangentiellement. Cette couche de cellules n'est autre que l'épithélium sécréteur de la poche.

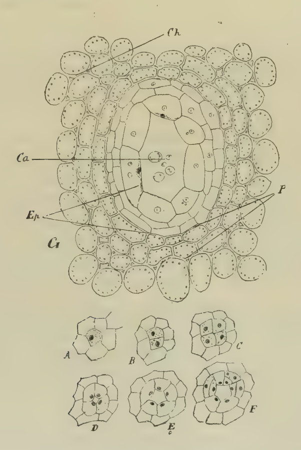


Fig. 19. — Genèse d'une poche sécrétrice corticale (*Myoporum parvifolium*). — *A, B, C, D, E, F, G,* stades successifs. *Ca,* cavité centrale. — *Ep,* épithélium. — *P,* enveloppe parenchymateuse écrasée. — *Ch,* chlorenchyme cortical. — Grossissement $\frac{150}{1}$.

Les divisions qui ont lieu dans les cellules épithéliales après la première apparition de la cavité centrale ne sont pas identiques dans toutes les poches, ce qui a pour conséquence que la disposition finale des éléments dans l'épithélium est très variable. Si les cloisonnements tangentiels et radiaux se sont poursuivis régulièrement, les éléments forment des couches stratifiées plus ou moins parallèles. Plus

souvent, il se forme aussi des cloisons sécantielles, de sorte que l'épithélium est irrégulièrement parenchymateux.

Le calibre des poches sécrétrices varie indépendamment de l'âge de ces organes. Certaines espèces ont la spécialité des poches volumineuses (*Myoporum parvifolium*, *M. serratum* var. *viscosum*, *M. tuberculatum*, *M. laetum*, etc.), à côté desquelles on en trouve, du reste, de plus petites. Au contraire chez les *Eremophila*, les *Pholidia*, etc., les poches sont en général constamment plus petites. Ces différences n'ont cependant pas une constance suffisante pour qu'on puisse leur attribuer une valeur diagnostique.

Mlle Leblois conclut de son étude « qu'à aucun moment du *développement*, il n'y a destruction de tissu. » C'est là aussi très exactement notre conclusion (fig. 19 *A-F*), à condition que l'on s'en tienne à la lettre de cette affirmation. Il convient d'abord de remarquer que quand l'écorce devient âgée, qu'elle est étirée tangentiellement et écrasée entre le cylindre central et le périderme secondaire, les cellules épithéliales cessent de sécréter et meurent. A ce moment, les membranes se déchirent et on pourrait croire, d'après l'image que présentent alors de telles poches sécrétrices, que le développement en a été lysigène. Tant que les cellules sont vivantes, les déchirures franches que l'on constate sont dues à la façon dont la coupe a été opérée, ainsi que l'indique Mlle Leblois. Et à vrai dire, si l'on ne prend pas la précaution de durcir les tissus avec de l'alcool, il se produit très facilement des déchirures. Avec les ménagements voulus, on constate sans peine que les membranes qui bordent la cavité interne sont, pendant le développement, absolument lisses et ne portent pas traces de débris dus à un processus lysigène.

Ce point accordé à Mlle Leblois, nous arrivons à une question délicate qui limite *aux premiers développements* de la poche sécrétrice les conclusions de cet auteur et qui fait naître entre nous un désaccord grave : cette question, c'est celle du lieu de formation de l'huile et de son mode de sécrétion. Mlle Leblois assure qu'à l'*intérieur* des cellules, « on rencontre des gouttelettes huileuses de grosseurs très variables. Ces substances sécrétées *traversent* ensuite les minces parois qui les séparent de l'espace intercellulaire et s'accumulent dans cette cavité [1]. »

Cette description est très loin de correspondre à la réalité. Nous devons dire que nous avons nous-même longtemps partagé la manière de voir de Mlle Leblois. Sur la

[1] A Leblois, l. c., p. 257.

première coupe venue on voit, en effet, des gouttes d'huile dans les cellules (fig. 19 *G*). Ce qui nous a cependant engagé à donner plus d'attention à la distribution des gouttes d'huile, c'est d'abord l'impossibilité dans laquelle nous nous trouvions d'expliquer le passage de l'huile à travers les membranes intactes, ensuite le fait que certaines gouttes couvraient deux et même plusieurs cellules à la fois. Il était évident

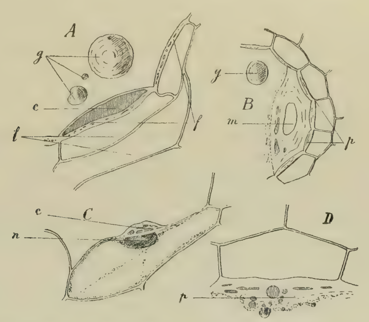


Fig. 20. — Amplification lysigène des poches sécrétrices par gélification des membranes, chez le *Myoporum acuminatum*. — *A*, stade moyen; en *g* des gouttes d'huile situées dans la cavité centrale, en *l* les lumens des cellules, en *f* le début de la formation de cavernes à huile dans les parois. en *c* une grande caverne oléagineuse — *B*, exemple de gélification de toutes les parois d'une cellule; en *g* goutte d'huile de la cavité centrale, en *p*, des parois bombées en calottes et offrant un début de stratification oléagineuse. — *C*, formation d'une calotte localisée (*c*) avec juxtaposition du noyau (*n*). — *D*, exemple de la gélification avancée d'une membrane périphérique (p). — Grossissement $\frac{280}{1}$.

que l'opération de la dissection avait répandu l'huile à droite et à gauche dans les cellules avoisinantes. En y regardant de près, nous avons alors toujours constaté que les gouttes d'huile signalées par Mlle Leblois étaient situées non pas dans les cellules, mais sur la coupe.

Nous avons ensuite étudié les membranes avoisinant la cavité et, bien loin de les trouver partout minces comme elles l'étaient au début, nous les avons vu *s'épaissir* (fig. 20 *A* et *B*). Cet épaississement commence habituellement vers le milieu de la paroi périphérique de la cellule et s'étend de là à droite et à gauche. Les parois en question deviennent ainsi bientôt bombées du côté de la cavité. En même temps

que la paroi s'épaissit, elle se modifie chimiquement et physiquement. Elle prend une coloration d'un blanc grisâtre, devient molle et se laisse amplifier d'une façon exagérée par les agents gonflants (KOH, hydrate de chloral, réactif de Schweizer, SO_4H_2, etc.) : elle commence à se *gélifier*. On voit ensuite apparaître à son intérieur des lignes plus foncées, parallèles (fig. 20 *Af* et *Bp*) à sa surface, ou des cavités plus irrégulières qui gagnent progressivement en grosseur et dans lesquelles s'accumule de l'huile (fig. 20 *Ac*, *Cc* et *Dp*). A partir de ce moment, la gélification devient telle que la membrane semble se dissoudre. On la reconnaît cependant en lui faisant absorber des matières colorantes (rouge-congo). Les dépôts d'huile soulèvent la membrane à la périphérie de la cavité centrale en formant des sortes de coiffes ou de bonnets. Finalement la membrane se résoud en une gelée amorphe qui se répand dans la cavité centrale en entraînant avec elle les gouttelettes d'huile qui se sont formées à son intérieur. Ces dernières en se réunissant arrivent à constituer des gouttes de fort calibre.

Parfois la gélification attaque les parois latérales des éléments ou même toutes les parois (fig. 20 *Bm*); on voit finalement les cellules entourées d'une gelée mucilagineuse flotter, pour ainsi dire, contre les parois de la cavité.

Il va sans dire que, dans ce cas, le contenu tout entier de la cellule est entraîné dans la cavité centrale. Aussi retrouve-t-on plus tard dans cette cavité des amas protoplasmiques et même des noyaux que l'on peut mettre en évidence par le réactif de Millon et les colorants ordinaires. Les figures que nous donnons ci-jointes (fig. 20) de quelques phases de ce processus montrent nettement le lieu de formation de l'huile qui est toujours situé *dans* des membranes en voie de gélification. Nous n'avons du reste rien pu établir de certain sur la façon dont l'huile se forme : la membrane n'offre aucune structure appréciable et l'on n'y constate aucun produit servant d'intermédiaire entre la gelée et l'huile.

La gélification n'attaque pas toujours simultanément l'ensemble des parois périphériques de la poche sécrétrice. Souvent, au contraire, tandis que toutes les parois d'une cellule sont en voie de gélification, les autres éléments épithéliaux possèdent encore une membrane mince. Inversément, il arrive de constater une gélification presque générale, tandis que 1 ou 2 cellules sont encore épargnées. Ces différences contribuent à donner aux poches, pendant le stade lysigène, des apparences assez variées.

Il est assez curieux de voir que les noyaux des éléments épithéliaux internes se

tiennent avec une grande constance *au voisinage* des parois limitant la cavité centrale. M. van Tieghem et Mlle Leblois, qui ont observé ce fait d'une façon concordante, n'en donnent aucune raison. Nous croyons que la gélification des membranes qui limitent la cavité centrale et la sécrétion dont elles sont le siège constituent une activité à laquelle le noyau n'est pas étranger. En d'autres termes, il existerait *une relation entre la position et les fonctions du noyau* dans les cellules épithéliales. Notre figure (fig. 20 *C*) donne un exemple caractéristique de ce phénomène. On y voit le boursouflement local de la membrane commencer exactement à l'endroit contre lequel le noyau est appliqué. C'est donc là un nouveau cas d'activité nucléaire à ajouter à ceux qui ont été décrits il y a quelques années par M. Haberlandt[1].

Les faits qui viennent d'être passés en revue ne permettent pas de dire avec Mlle Leblois que le développement des poches sécrétrices est purement *schizogène* chez les Myoporacées. Les débuts sont sans doute *schizogènes*, mais le mode d'évacuation de l'huile dans la cavité centrale et la gélification des membranes entraînent un agrandissement de la poche par voie *lysigène*.

Il y a déjà longtemps que M. Haberlandt a indiqué la possibilité de la *coexistence* des deux processus et de leur *coopération* dans la formation des poches et des canaux sécréteurs, d'après des observations faites sur le *Ruta graveolens*[2]. M. Tschirch a ensuite démontré la réalité de la supposition de M. Haberlandt dans un certain nombre de cas et a proposé avec raison d'appeler les poches sécrétrices du genre de celles que nous avons étudiées, des poches *schizolysigènes*[3]. Ce sont surtout M. Tschirch et ses élèves qui ont récemment étudié ces organes. Le savant professeur de Berne a retrouvé le mode de développement schizolysigène dans les canaux sécréteurs des *Copaifera*[4]. M. Sieck a constaté l'existence de ce processus chez les Rutées, Diosmées, Boroniées, Amyridées, Toddaliées, Aurantiées, Simarubacées, Anacardiacées, Gynométrées, Diptérocarpées et Hamamélidées[5]. Nous avons été étonné de voir à quel point nos observations concordaient avec celles de M. Sieck. Plusieurs de ses figures semblent avoir été empruntées à des *Myopo-*

[1] Haberlandt, *Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen.* Iena 1887. — L'auteur ne parle nulle part de poches sécrétrices.

[2] Haberlandt, *Physiologische Pflanzenanatomie*, p. 329. Leipzig 1884.

[3] Tschirch, *Angewandte Pflanzenanatomie*, p. 477.

[4] Tschirch, in *Sitzungsbericht. der Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin*, nº 9, 1889.

[5] Sieck, *Die schizolysigenen Secretbehälter*. Berne 1895. *(Pringsheim's Jahrbücher*, vol. XXVII, Heft 2, tab. VI-IX.*)*

rum et non à des *Anacardium* ou des Diptérocarpées. Enfin, tout récemment, M. Lutz vient d'enrichir l'anatomie d'un travail consciencieux sur les poches sécrétrices des Myrtacées[1]. Ces poches, que l'auteur appelle *oblito-schizogènes*, sont très différentes de celles des Myoporacées que nous avons étudiées, ainsi que de celles qui ont été décrites par M. Sieck. Leur développement est bien schizogène, mais il se forme dans les membranes qui limitent la cavité centrale une couche *résinogène* présentant une structure spéciale (globules et bâtonnets). De plus, il y a plus tard *subérisation* des membranes dans les cellules sécrétrices, fait dont nous n'avons jamais vu trace chez les Myoporacées.

Comme on voit, les notions sur le mode de fonctionnement des poches sécrétrices en général sont en train de se modifier sensiblement : notre étude peut être considérée comme une contribution à la connaissance des formations *schizolysigènes*.

Stéréome péricyclique. — Toutes les Myoporacées sont pourvues d'un stéréome péricyclique. Ce stéréome est constitué par des stéréides normales groupées en colonnettes et disséminées sur toute la périphérie du liber (*Myoporum acuminatum*, *M. serratum*, *M. deserti*, *M. parvifolium*, *M. platycarpum*, *M. lætum*, *M. chinense*, *Bontia daphnoides*). En général la section de ces îlots est circulaire ou subisodiamétrique, parfois les îlots sont étirés tangentiellement (*M. chinense*). Chez le *M. salsoloides* les îlots sont très débiles et distants les uns des autres. Ailleurs les îlots sont réunis en une bande mince et presque continue (*Pholidia brevifolia*, *Eremophila alternifolia*, *E. denticulata*, *E. maculata*). Chez l'*E. Brownii*, le stéréome forme une puissante muraille, aussi épaisse que les régions corticale et épidermique prises ensemble et qui rappelle beaucoup celle des *Oftia*.

Relativement à la forme des diverses stéréides, il y a quelques variations à noter. Ainsi chez l'*Eremophila Brownii*, le stéréome constitue une muraille au sens propre du mot. On ne distingue pas au premier abord les éléments, dont les lumens paraissent être découpés dans un bloc homogène. Ces stéréides se lignifient très vite et présentent les réactions de la lignine (phloroglucine ou orsine + ClH ; absorption de fuchsine, d'hématoxyline, coloration orange par le double colorant genevois). Dans la plupart des autres espèces, les réactions, tout en restant les mêmes, mettent plus nettement en évidence les stéréides, dont les contours moyens sont ou polygonaux ou arrondis, mais toujours faciles à distinguer. Enfin, chez quel-

[1] Lutz, *Ueber die oblito-schizogenen Secretbehälter der Myrtaceen* (*Bot. Centralbl.*, vol. LXIV, p. 145, 193, 257 et 289, ann. 1895).

ques espèces la différenciation des stéréides est plus lente. Au moment où le phellogène entre en activité, les parois sont encore à l'état cellulosique dense, absorbant à peine ou pas du tout les colorants; les cellules sont séparées par une couche de cellulose plus tendre, dépourvue de lignine (*Eremophila oppositifolia*).

HISTOLOGIE DU SYSTÈME LIBÉRO-LIGNEUX. — Le liber n'offre pas de particularités lorsqu'on le compare au liber secondaire dont nous donnerons au § 2 une description. Il se distingue essentiellement par l'absence de scléréides et de stéréides; il est très peu développé. Les tubes criblés initiaux ne se développent jamais contre l'assise phlœotermique, dont ils sont séparés par le péricycle.

Le bois présente, dans sa partie primaire, uniquement des trachées et du parenchyme. Les trachées sont disposées en files radiales. Les initiales sont en général annelées: les suivantes sont spiralées. Plus on va du centre à la périphérie du bois, plus le diamètre des spiricules augmente dans les trachéides et plus les tours de spire sont serrés. Entre les files de trachées et entre les trachées elles-mêmes, se trouve un parenchyme ligneux cellulosique contenant souvent de l'amidon. Ce parenchyme est l'équivalent primaire des soi-disant rayons « médullaires » secondaires.

L'endoxyle est tantôt médiocrement, tantôt plus nettement développé. Il est toujours l'apanage à peu près exclusif des faisceaux. Les éléments en restent habituellement longtemps à parois tendres et cellulosiques. Plus rarement les parois se sclérifient et lignifient vite (*Eremophila oppositifolia*), ou bien ce processus reste longtemps limité au bord médullaire de l'endoxyle (*Eremophila maculata, Pholidia brevifolia*, etc.).

COURSE DES FAISCEAUX LIBÉRO-LIGNEUX[1]. — Le parcours des faisceaux libéro-ligneux dans la tige des Myoporacées à feuilles alternes est assez laborieux à établir lorsqu'on ne dispose pas de rameaux très jeunes, à cause de la longueur relative des entrenœuds et de l'alternance des feuilles.

Le modèle phyllotaxique normal des Myoporacées vraies est représenté par le cycle $^{2}/_{5}$. Sur des rameaux végétatifs dont rien n'est venu déranger le développement, c'est régulièrement cette disposition qui est réalisée, quels que soient d'ailleurs le calibre de la tige et la forme des feuilles (*Myoporum acuminatum*, *M. serratum*, *M. parvifolium* (souvent), *M. lætum*, etc.). On obtient toujours sur ces rameaux le même développement du parcours des faisceaux.

[1] Voy. pour le système des notations, p. 5.

Mais dans certains cas, surtout au voisinage de l'inflorescence, il se produit de profonds désordres dans l'arrangement phyllotaxique, désordres qui se répercutent naturellement sur la course des faisceaux. Ces désordres peuvent être groupés en trois catégories : 1° Les variations dans la longueur l des entrenœuds ont des conséquences assez graves dans un cas particulier, celui où l'on a $l = o$. Les feuilles sont alors opposées en apparence. En réalité elles font entre elles des angles différents suivant que l'on mesure ces angles par le court ou par le long chemin. Elles constituent une fraction de verticille qui ne serait complet que si toutes les pièces du cycle auquel elles appartiennent étaient insérées au même niveau. Dans le développement du parcours des faisceaux au nœud en question, on constate donc deux sorties au lieu d'une. 2° Dans certains cas la feuille $(n+5)$, au lieu de tomber exactement sur la feuille n, diverge avec celle-ci d'un angle à déterminer dans chaque cas particulier, en général compris entre 1° et 10°. Les cycles n'étant plus exactement superposés, il en résulte une disposition différente qu'il n'est pas toujours facile de ramener à une fraction déterminée, vu l'inconstance des angles de divergence. La course des faisceaux, au lieu d'être droite, est alors légèrement héliçoïdale. 3° On constate parfois des rebroussements de l'hélice phyllotaxique établie en suivant les courts chemin d'une feuille à l'autre.

Le tableau suivant (p. 116), établi sur un rameau fleuri de *Myoporum parvifolium*, exceptionnellement anormal, donnera une idée de ces variations, qui se produisent sans règle fixe et avec une amplitude variable d'un rameau à l'autre.

Un facteur qui complique, dans la région de l'inflorescence, la course des faisceaux, c'est l'insertion d'une quantité de bourgeons floraux axillaires placés par séries de 1-4 à l'aisselle des feuilles. Il faut se garder de confondre, dans les sections nodales, ces faisceaux gemmaires avec les faisceaux foliaires sortants et avec les réparateurs. Nous reviendrons, du reste, plus loin sur ce point.

Quelles que soient les variations que nous venons d'indiquer, la forme du système libéro-ligneux foliaire reste constante. Pour faire connaissance avec cette forme, nous allons poursuivre la course des faisceaux dans un jeune rameau végétatif du *Myoporum acuminatum*. C'est une pousse de l'année, à feuilles bien développées, insérées régulièrement suivant le cycle $^2/_5$.

La section transversale d'un entrenœud n présente la forme d'un pentagone très irrégulier, forme qui est aussi celle de la stèle (fig. 20). Dans le pentagone stélique, en effet, trois des angles font saillie extérieurement. Si l'on oriente la section

de façon à ce que l'angle le plus saillant soit placé au sommet, en avant et sur le plan antéro-postérieur, on verra, en se dirigeant de la droite vers la gauche, que l'angle 2 est peu saillant, que l'angle 3 l'est beaucoup, que l'angle 4 est peu saillant et que l'angle 5 l'est de nouveau fortement. Autrement dit, les angles peu

NUMÉRO de la feuille	POSITION DE LA FEUILLE	LONGUEUR de l'entrenœud en mm.	ANGLE de divergence en degrés.	DIRECTION de l'hélice d'insertion sur le plus court chemin.
1	isolée	2	144°	←
2	isolée	4	144°	←
3	isolée	5	144°	←
4	isolée	3	144°	←
5	pseudo-verticillée	0	144°	←
6	pseudo-verticillée	8	150°	→
7	isolée	1	144°	→
8	isolée	8	30°	→
9	isolée	3	60°	→
10	pseudo-verticillée	0	144°	←
11	pseudo-verticillée	6	144°	←
12	isolée			

saillants alternent de droite à gauche avec les angles très saillants. Sous chacun des angles, il y a un faisceau. Or, il existe une relation entre la forme de la section du faisceau et le degré de proéminence de l'angle dans lequel il se trouve. Les faisceaux des angles 1, 3 et 5 sont les plus épais, les plus ramassés et les plus denses. Les faisceaux des angles 2 et 4 sont moins épais et plus étendus tangentiellement. Les deux faisceaux les plus denses sont des faisceaux foliaires *F*, les trois faisceaux

minces sont des faisceaux réparateurs *R*. Celui des faisceaux foliaires qui est placé dans l'angle antérieur est destiné à sortir au nœud *n*, nous l'appellerons *Fsa*. Le second faisceau foliaire ne sortira qu'au nœud ($n + 1$), nous l'appellerons à cause de cette propriété un faisceau *expectant* et le désignerons par la lettre *e*; d'après sa position, ce sera donc le faisceau *Fepg*. Les réparateurs sont pourvus des notations *Rag*, *Rpd*, *Rad*. Les relations de calibre entre les divers faisceaux sont les suivantes :

$$Fsa > Fepg > Rad > Rag > Rpd,$$

mais ils se suivent dans l'ordre suivant, de droite à gauche (fig. 21, *N*):

Fsa, *Rag*, *Fepg*, *Rpd*, *Rad*.

Au nœud *n*, l'angle contenant le faisceau sortant *Fsa* s'accentue énormément et la proéminence finit par devenir telle que la stèle se rompt et le faisceau s'échappe

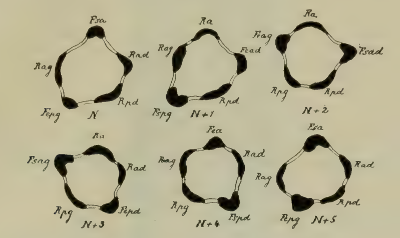


Fig. 21. — Sections transversales successives de la stèle à travers les entrenœuds *N*, $N + 1$, $N + 2$, $N + 3$, $N + 4$ et $N + 5$, chez le *Myoporum acuminatum*. — Les sections sont schématisées. — (Se reporter au texte pour les notations.)

dans la direction du pétiole en traversant obliquement l'écorce. Pendant que le faisceau *Fsa* proémine au dehors, le réparateur voisin *Rad* s'étire tangentiellement. Cet étirement se continuant, le réparateur finit par occuper entièrement l'espace laissé vide par la trace sortante. A ce moment, la masse libéro-ligneuse se rompt en deux faisceaux distincts. De ces deux nouveaux faisceaux, celui qui a comblé la trace sortante est un réparateur *Ra*, l'autre est un faisceau foliaire expectant *Fead*.

Dans l'entrenœud ($n + 1$), le faisceau foliaire *Fepg* devient sortant et prend la notation *Fspg*. Les faisceaux se suivent dans l'ordre suivant (fig. 21, $N + 1$) :

Ra, *Rag*, *Fspg*, *Rpd*, *Fead*.

Leurs relations de calibre sont :

Fspg > *Fead* > *Rag* > *Rpd* > *Ra*

Au nœud $(n + 1)$, on voit s'opérer la sortie du faisceau *Fspg* dans les mêmes conditions que celle du faisceau *Fsa* au nœud *n*. Le réparateur *Rag* donne, en se divisant, un réparateur *Rpg* à gauche et un foliaire *Feag* à droite; le foliaire expectant *Fead* devient faisceau foliaire sortant.

Dans l'entrenœud $(n + 2)$ les faisceaux se suivent donc dans l'ordre suivant (fig. 21, $N + 2$):

Ra, Feag, Rpg Rpd, Fsad.

Leurs relations de calibre sont :

Fsad > *Feag* > *Rpd* > *Ra* > *Rpg*.

Au nœud $(n + 2)$, *Fsad* sort; *Rpd* produit *Fepd* et *Rad*; *Fead* devient *Fsag*.

Dans l'entrenœud $(n + 3)$ les faisceaux se suivent comme suit (fig. 21, $N + 3$):

Ra, Fsag, Rpg, Fepd, Rad

Leurs relations de calibre sont :

Fsag > *Fepd* > *Ra* > *Rpg* > *Rad*.

Au nœud $(n + 3)$ *Fsag* sort; *Ra* produit *Fea* et *Rag*; *Fepd* devient *Fspd*.

Dans l'entrenœud $(n + 4)$ les faisceaux se suivent comme suit (fig. 21, $N + 4$):

Fea, Rag, Rpg, Fspd, Rad.

Leurs relations de calibre sont :

Fspd > *Fea* > *Rpg* > *Rad* > *Rag*.

Au nœud $(n + 4)$ *Fspd* sort; *Rpg* produit *Fepg* et *Rpd*; *Fea* devient *Fsa*.

Enfin, dans l'entrenœud $(n + 5)$ les faisceaux se suivent comme suit (fig. 21, $N + 5$) :

Fsa, Rag, Fepg, Rpd, Fsa.

Leurs relations de calibre sont :

Fsa > *Fepg* > *Rad* > *Rag* > *Rpd*.

Cet agencement de faisceaux et leurs notations sont exactement les mêmes qu'à l'entrenœud *n* qui nous a servi de point de départ. Seulement, à ce niveau, les faisceaux sont beaucoup plus débiles qu'à l'entrenœud *n*.

Si l'on continue à remonter d'entrenœud en entrenœud et de nœud en nœud, on

constate que les réparateurs prennent de moins en moins d'importance, comme calibre, par rapport aux foliaires. La course se perd dans le bourgeon terminal.

On peut résumer ce parcours de faisceaux, en tenant compte des variations mentionnées plus haut[1] en disant : *que la trace foliaire est unifasciculée; qu'entrée*

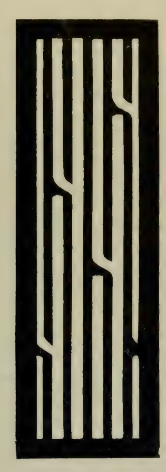


Fig. 22. — Schéma de la course des faisceaux dans la tige du *Myoporum acuminatum*.

dans la stèle au nœud n, *elle descend deux entrenœuds pour s'unir au nœud* (n — 2) *avec le réparateur voisin; que la trace et le réparateur auquel elle se joint*

[1] Ce cas montre combien il est important, au point de vue systématique, de préciser la forme du système libéro-ligneux foliaire, sans tenir compte des différences dues aux variations phyllotaxiques. Les diagnoses dans lesquelles on néglige ce dernier élément sont, pour ainsi dire, sans valeur pour la classification. C'est ce qui explique le discrédit dans lequel sont tombés les caractères empruntés à la course des faisceaux auprès de certains systématistes qui ont voulu utiliser sans critique préalable les recherches des anatomistes. Voy. aussi à ce sujet nos observations p. 4 et 5, note.

ont une racine réparatrice commune qui descend de nouveau 3 entrenœuds avant de s'unir au système libéro-ligneux foliaire sous-jacent (fig. 22).

Moelle ; poches sécrétrices médullaires; cristaux médullaires. — La moelle des Myoporacées ne reste pas toujours à parois tendres et cellulosiques, souvent elle épaissit les parois de ses éléments et les lignifie fortement (*Myoporum deserti*, *M. platycarpum*, *M. salsoloides*, *Pholidia brevifolia*, *Eremophila oppositifolia*, *E. maculata*). Les cellules sont alors ordinairement pourvues de ponctuations simples et arrondies, ou allongées en fente (*Myoporum platycarpum*). L'*Eremophila Brownii* possède des cellules médullaires à parois minces, se désagrégeant au centre; ces parois sont néanmoins pourvues de ponctuations allongées.

La moelle est un lieu privilégié pour l'accumulation de l'amidon; en automne les cellules en sont souvent gorgées (*Myoporum parvifolium*, *Eremophila oppositifolia*, etc.).

Un autre dépôt consiste en cristaux bizarres qui ont déjà été signalés chez le *Myoporum ellipticum* (*M. acuminatum* var. *ellipticum*), par M. van Tieghem. Ces cristaux, qui se retrouvent chez le *M. serratum*, sont entourés par un disque ou une plaque plus ou moins épaisse formée par une substance transparente et soluble dans l'eau chaude. A l'intérieur de ce disque, on aperçoit une mâcle d'oxalate de chaux en forme d'oursin, soluble dans les acides.

Il est difficile de dire jusqu'à quel point cette singulière formation est répandue dans la famille ; il faudrait pour cela disposer de matériaux vivants pour la plupart des espèces. Nous avons retrouvé ces cristaux très développés et très élégants chez le *M. lætum* où parfois deux mâcles sont réunies dans un même disque. Dans la plupart des autres espèces, il existe des oursins d'oxalate de chaux, mais non immergés dans un disque; citons les espèces suivantes : *Myoporum parvifolium*, *M. tenuifolium*, *M. platycarpum*, *M. salsoloides*, *Pholidia brevifolia* (rares), *Eremophila oppositifolia* (très abondants), *E. alternifolia*. Chez les autres espèces, ils sont rares ou nuls.

Une dernière particularité de la moelle chez les Myoporacées, c'est la présence de poches sécrétrices. Ces poches sécrétrices se forment suivant un processus identique à celui des poches sécrétrices corticales. Seulement, comme les contours des éléments médullaires sont très réguliers, la genèse des poches se poursuit avec une beaucoup plus grande régularité. Les assises épithéliales sont élégamment concentriques et les assises médullaires refoulées ressemblent comme apparence et

régularité à des assises endodermiques, sans du reste en posséder les caractères. Tout ce qui a été dit des poches sécrétrices corticales s'applique aux poches sécrétrices médullaires.

Tandis que toutes les Myoporacées vraies possèdent des poches sécrétrices foliaires et corticales, il s'en faut de beaucoup qu'elles en possèdent toutes des médullaires. La présence de poches sécrétrices médullaires coïncide toujours avec celle d'éléments médullaires à parois non sclérifiées et persistant longtemps à l'état cellulosique. Nous avons constaté les poches sécrétrices médullaires chez les espèces suivantes : *Myoporum acuminatum*, *M. serratum*, *M. tenuifolium*, *M. lætum*, *M. chinense*, *M. parvifolium*, *Bontia daphnoides*.

Raccord de la tige avec les rameaux axillaires et les feuilles axillantes. — Nous avons vu, en étudiant la course des faisceaux, que les faisceaux foliaires sortants font saillie hors de la stèle déjà assez longtemps avant leur sortie définitive. Cette particularité est concomitante avec le fait que ces faisceaux prennent déjà avant leur sortie le caractère de faisceaux foliaires. Des sections pratiquées un peu au-dessous des nœuds montrent en effet que l'écorce est collenchymateuse et que l'endoxyle est séparé de la moelle par un massif de collenchyme très caractérisé. Ces collenchymes médullaire et cortical ne sont pas autre chose que les coussinets collenchymateux du pétiole qui, au lieu de disparaître au point d'insertion du pétiole sur la tige, pénètrent dans le nœud et ne disparaissent qu'un peu au-dessous de celui-ci.

Le faisceau sortant ne donne de branches latérales que fort avant dans l'écorce, de sorte qu'il ne résulte pas de cette division des complications dans le raccord de la feuille avec la tige.

En revanche, les faisceaux gemmaires compliquent beaucoup les nœuds. Dans la région de l'inflorescence notamment, où il existe plusieurs pédicelles insérés à une même aisselle, le cadre d'insertion des faisceaux foliaire et gemmaires prend des dimensions démesurées. Tous les faisceaux des rameaux axillaires, tant les florifères que les végétatifs, se réunissent en deux masses situées à droite et à gauche du plan d'insertion de la feuille axillante. Ces faisceaux sont exactement opposés et tournent leurs trachées initiales les unes vers les autres. En outre, les faisceaux sont parallèles entre eux et séparés par une couche de moelle forte de 2-5 assises (fig. 23). Le nombre total des faisceaux sur la section du cadre d'insertion est toujours impair et dépend du nombre des rameaux axillaires : 3 quand il y a

1 rameau axillaire, 5 quand il y en a 2, 7 quand il y en a 3. Il est rare de retrouver un nombre plus considérable que 7 faisceaux dans le cadre d'insertion.

En pratiquant des sections inférieures au point d'entrée du faisceau foliaire dans la tige, on constate que les faisceaux gemmaires s'unissent par leurs libers; le tissu libérien forme dès lors une vaste ceinture qui fait tout le tour du cadre d'inser-

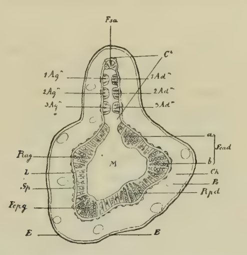


Fig. 23. — Section transversale d'ensemble d'un nœud chez une jeune tige de *Myoporum parvifolium* montrant le raccord des branches axillaires avec l'axe-mère. — *Ci*, cadre d'insertion. — $1Ag^n$, $1Ad^n$, $2Ag^n$, $2Ad^n$, etc., faisceaux gemmaires. — Se reporter au texte pour les autres notations de faisceaux. — *E*, épiderme, — *Ch*, chlorenchyme cortical. — *Po*, poche sécrétrice. — *Sp*, stéréome péricyclique. — *l*, liber. — *b*, bois. — *M*, moelle. Grossissement $\frac{20}{1}$.

tion. Plus bas encore, les faisceaux s'unissent aux réparateurs voisins en tournant sur eux-mêmes d'environ 50°-70°. Cette union s'opère successivement de dedans en dehors, en commençant par les faisceaux des rameaux le plus rapprochés de l'axe-mère, pour finir avec ceux qui sont plus rapprochés de la feuille axillante.

Par conséquent, si l'on se reporte aux notations données à propos de la course des faisceaux (p. 117), on verra que, au nœud n, les faisceaux gemmaires Ag^n et Ad^n d'un rameau A s'insèrent respectivement sur les réparateurs *Rag*, *Rad*. De même, aux nœuds suivants : $(n+1)$, $(n+2)$, etc., on voit que :

Ag^{n+1}, Ad^{n+1} s'insèrent sur *Rpd*, *Rag*
Ag^{n+2}, Ad^{n+2} » *Ra*, *Rpd*
Ag^{n+3}, Ad^{n+3} » *Rpg*, *Ra*
Ag^{n+4}, Ad^{n+4} » *Rad*, *Rpg*.

On conçoit dès lors qu'il soit très difficile de se rendre compte de la course des

faisceaux foliaires dans la tige d'après quelques coupes nodales, surtout quand les faisceaux *Ag* et *Ad* sont suivis de faisceaux *Bg* et *Bd*, *Cg* et *Cd*, etc., appartenant à des rameaux axillaires *B*, *C*, etc., surnuméraires, car la section est alors excessivement chargée.

Les cellules de la moelle de la tige axillaire, situées dans le voisinage du point d'insertion, sont irrégulières et recloisonnées en tous sens, fait qui a été déjà signalé dans d'autres familles (Calycanthées)[1].

§ 2. TIGE SECONDAIRE

PÉRIDERME. — Toutes les Myoporacées vraies sont pourvues d'un périderme secondaire. Ce périderme dérive d'une zone phellogénique qui s'établit dans l'assise hypodermique. Nos matériaux ne nous ont pas permis de constater si, dans la suite, il s'établit d'autres phellogènes secondaires ou tertiaires. Par conséquent, dans les limites de nos observations, le seul tissu caulinaire qui soit exfolié est l'épiderme.

Les cloisonnements phellogéniques débutent d'une façon à peu près synchronique sur toute la périphérie de la tige. Ils se continuent avec une très grande régularité. Le produit du travail phellique profite intégralement au périderme : il ne se forme pas de phelloderme.

La subérisation a lieu immédiatement après la genèse des éléments péridermiques. On ne trouve que rarement plus de deux assises, les deux plus intérieures, qui ne soient pas subérisées. L'épaisseur moyenne de la couche péridermique est de 5 à 15 assises.

CHUTE DES FEUILLES; STRUCTURE DE LA CICATRICE FOLIAIRE. — La chute des feuilles est préparée à l'avance, de sorte qu'au moment où celle-ci a lieu, la cicatrisation de la plaie est déjà faite, ou peut du moins s'opérer très rapidement et très facilement. Avant la chute de la feuille il s'établit en effet dans l'écorce qui entoure le cadre d'insertion des faisceaux foliaires un méristème phellique. Celui-ci débute par le recloisonnement transversal d'une assise corticale profonde et finit par être volumineux. Ce méristème entoure les faisceaux sortants et les faisceaux gemmaires quand il y en a. Il laisse complètement indemnes ces derniers, tandis que les cellules parenchymateuses du faisceau foliaire sortant se recloisonnent transversale-

[1] Lignier, *Recherches sur l'anatomie comparée des Calycanthées, des Mélastomacées et des Myrtacees*, p. 99. Paris 1887.

ment et se rattachent à lui. Il ne reste donc dans le faisceau foliaire que les éléments morts du bois qui ne participent pas à la formation du méristème. Quand le méristème a acquis une certaine épaisseur, il subérise ses membranes en commençant par les couches les plus âgées et les plus profondes. Il se forme ainsi une plaque de liège qui se raccorde à la périphérie avec le périderme hypodermique secondaire.

La rupture de la feuille se fait à la limite supérieure de la plaque de liège. A cet endroit, où ont eu lieu les derniers recloisonnements, il existe un tissu tendre, à parois très minces, qui se laisse facilement déchirer. Cette déchirure, amenée par le poids de la feuille, est encore facilitée par le fait que les éléments du tissu en question sont lâches et se distinguent par là assez nettement du liège sur lequel ils reposent.

On reconnaîtra donc toujours facilement les cicatrices foliaires sur des sections transversales de tiges âgées, indépendamment de la sortie du faisceau foliaire ou d'un rameau axillaire, à l'hypertrophie locale du revêtement subéreux.

Ajoutons que les données précédentes ont été obtenues en étudiant les *Myoporum* à grandes feuilles (*M. acuminatum*, *M. serratum*, etc.).

Tissus extra-libériens. — Après l'établissement du périderme, l'écorce est complètement écrasée et étirée tangentiellement. Les poches sécrétrices s'aplatissent et leur épithélium se déchire. Cependant, les éléments corticaux restent encore longtemps vivants. La meilleure preuve que l'on puisse donner de ce fait, c'est la formation de scléréides dans l'écorce âgée. Nous ne l'avons pas observée dans toutes les espèces, mais cela peut tenir à l'âge différent des échantillons que nous avions entre les mains. Les scléréides de l'écorce âgée du *Myoporum tenuifolium* nous ont particulièrement frappé par l'épaisseur considérable qu'atteignent leurs parois et par la présence de canalicules bifurqués.

Il n'y a rien de nouveau à dire sur le stéréome péricyclique, contre lequel, dans la période secondaire, le liber primaire s'écrase graduellement.

Liber. — Le liber secondaire est surtout caractérisé par la présence de rayons de parenchyme placés sur le prolongement de ceux du bois. Ce parenchyme est constitué par des cellules « dressées, » à parois finement ponctuées et cellulosiques. Entre les rayons, on trouve des îlots formés par de petits tubes criblés, à cribles du type *Cucurbita*, inclinés et assez fréquents. Ces îlots se forment par recloisonnement longitudinal d'une cellule-mère. On peut même pendant très longtemps

reconnaître les contours de cette cellule à la forme qu'affecte la section transversale de l'îlot. Certaines espèces, telles que le *Myoporum parvifolium*, se prêtent particulièrement bien à l'étude de ce processus.

Les rayons de parenchyme sont reliés par des éléments parenchymateux distribués tangentiellement et sécantiellement, et qui passent entre les îlots grillagés. Ceux-ci sont donc entourés de toute part par du parenchyme.

Indépendamment des éléments que nous venons d'énumérer, on trouve encore, dans le liber secondaire, des scléréides. Ces scléréides paraissant se former très généralement aux dépens du parenchyme tangentiel et sécantiel. Elles ont souvent des parois moins épaisses et sont d'un calibre plus faible que les scléréides corticales. Les scléréides sont tantôt peu abondantes, tantôt accumulées en certaine quantité contre le péricycle (*Myoporum platycarpum*, etc.). Dans ce dernier cas, on trouve les parois inégalement développées, la paroi tournée du côté du péricycle est plus épaisse que celle qui est tournée du côté du liber, à la façon de certaines endodermes. La sclérification n'atteint jamais les tubes criblés.

M. van Tieghem[1] a signalé la présence d'*inuline* dans le liber secondaire des *Myoporum*. L'absence de sphéro-cristaux dans toutes nos préparations à la glycérine, même anciennes, nous a par conséquent surpris. Nous avons traité nos préparations de liber par la méthode de Molisch (solution alcoolique à 10 °/₀ de α-naphtol, échauffement progressif et faible avec SO_4H_2 ; thymol et SO_4H_2) et celle de Green (solutions alcooliques d'orcine et de phloroglucine avec NO_3H à chaud)[2], sans obtenir aucune réaction d'inuline. Nous supposons que cette divergence est due au fait que l'inuline n'est que transitoire dans les tissus des *Myoporum*. Nos recherches ont été faites en octobre.

Bois. — Le bois secondaire des Myoporacées vraies présente presque chez toutes les espèces un facies commun assez caractéristique.

La majeure partie du bois est constituée par du stéréome libriformien. Les éléments de ce stéréome sont allongés, très sclérifiés, à ponctuations contournées simples ; ils ne sont pas recloisonnés.

Au milieu du stéréome, les vaisseaux tranchent par leur calibre plus considérable. Sur une section transversale, la distribution des vaisseaux est très caractéristique. Pendant les premiers temps de l'activité secondaire, les vaisseaux sont

[1] Van Tieghem, *Second mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes* (l. c.)
[2] Voy. Zimmermann, *Botanische Mikrotechnik*, p. 77.

disposés en files radiales allongées, communiquant le plus souvent directement les uns avec les autres par des ponctuations aréolées. Mais avec l'âge, ces files radiales deviennent de plus en plus courtes et finalement il ne se forme plus que des files longues d'environ 3-4 vaisseaux qui tranchent fortement sur l'uniformité du stéréome dans lequel ils sont plongés.

Les vaisseaux sont ouverts, à perforations simples, arrondies ou ovales, le plus souvent inclinées. Les ponctuations aréolées sont très nombreuses. Le contour extérieur en est arrondi, polygonal, ou un peu elliptique. Dans ce dernier cas, le grand axe de l'ellipse est transversal. Le contour interne est étroit, parfois filiforme et orienté transversalement. Il est rare de voir les vaisseaux se réduire à des trachéides; ce phénomène paraît même n'être accidentel que chez quelques espèces (par ex. *Myoporum parvifolium*).

Les exceptions à la structure qui vient d'être décrite sont très rares. Le bois du *Myoporum salsoloides* est la seule que nous connaissions (fig. 24). Les éléments

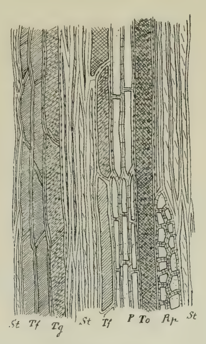


Fig. 24. — Section longitudinale tangentielle du bois secondaire du *Myoporum salsoloides*. — *St*, stéréides. — *Rp*, rayon de parenchyme. — *P*, parenchyme ligneux. — *Tf*, trachéides spiralées. — *Tg*, trachéides spiralées et ponctuées. — *T*, trachées ponctuées. — Grossissement $\frac{116}{1}$.

vasculaires de ce bois consistent en trachéides et en trachées. Les trachéides sont pourvues d'épaississements spiraux très fins et très élégants. Tantôt les mailles du

spiricule sont simples, tantôt elles sont elles-mêmes pourvues de perforations elliptiques, orientées comme les spiricules. Les trachées ne diffèrent des trachéides que par la superposition des éléments et la présence de perforations ovales simples. C'est là un nouvel exemple du cas si rare d'une Gamopétale possédant des trachées dans son bois secondaire.

En dehors des stéréides, des trachéides et des trachées, on trouve encore dans la masse du bois des Myoporacées vraies, des fibres simples à ponctuations arrondies (Ersatzfasern). Ces fibres sont très peu abondantes ; elles sont parfois recloisonnées.

Les rayons de parenchyme sont toujours 1-2 sériés. Le nombre des étages superposés varie de 1-20. Les éléments sont « dressés, » leurs trois diamètres sont ordinairement différents : ils sont très étroits et plus hauts que profonds. Il n'y a pas de différences constantes dans les dimensions des cellules aux différents étages. Les rayons sont pourvus de petits méats aérifères aux angles radiaux de leurs éléments. Les ponctuations sont abondantes, simples et arrondies. On constate une tendance générale, chez les cellules du parenchyme, au contact des vaisseaux ouverts, à élargir leurs ponctuations en entonnoir à l'extrémité. Cette tendance est plus ou moins marquée suivant les espèces, nous l'avons trouvée très accentuée chez le *Myoporum parvifolium*. Vu l'étroitesse des rayons et le presque parallélisme de leurs faces radiales, le contact entre eux et les vaisseaux est intime et prolongé sur presque toute la hauteur du rayon.

Sur des sections transversales, il peut paraître au premier abord que certains vaisseaux sont isolés dans le stéréome, mais ce n'est jamais le cas sur toute leur longueur. Les sections tangentielles et radiales montrent à l'évidence : d'abord que les vaisseaux sont mis fréquemment en contact avec les rayons de parenchyme successivement superposés ; en second lieu que les vaisseaux sont reliés tangentiellement et sécantiellement par des trachéides et du parenchyme. Il est vrai que quand ces contacts et ces rapports exigent un long parcours avant de s'effectuer et suivent une ligne très oblique, ils sont plus difficiles à constater.

Moelle et ses annexes. — Même chez les espèces qui, pendant la période primaire et pendant les premiers temps de l'accroissement secondaire, conservent une moelle à parois tendres, la sclérose finit par envahir avec l'âge les éléments médullaires. C'est le cas pour toutes les Myoporacées sans exception. Cependant la sclérification et la lignification sont très loin d'atteindre jamais celles des éléments du

bois, du péricycle ou des scléréides périphériques. La sclérification ne s'étend jamais à l'épithélium des poches sécrétrices qui se dessèche et se rattatine. L'emplacement des poches sécrétrices est donc indiqué dans la moelle âgée par des cavités plus ou moins sphériques taillées dans un massif lignifié.

§ 3. LE PÉTIOLE

Beaucoup de Myoporacées présentant des feuilles pétiolées, il convient d'examiner à part cet organe. Nous l'avons étudié chez les espèces suivantes : *Myoporum acuminatum*, *M. serratum*, *M. tenuifolium*, *M. parvifolium*, *M. lætum*, *M. chinense*, *Bontia daphnoides*. Les autres espèces avaient des feuilles, ou bien sessiles ou bien pourvues d'un pétiole si court qu'il ne présente pas de caractères bien différents de la base du limbe (*Eremophila denticulata*, *E. Duttonii*, etc.).

Contours; épiderme ; distribution générale des tissus. — A la base même, le pétiole présente des cornes, mais faibles. Ces cornes s'accentuent vers le haut et passent insensiblement au limbe. Le pétiole est donc canaliculé.

L'épiderme et ses annexes offrant des caractères identiques à ceux du limbe, nous en renvoyons la description à cet endroit.

Collenchyme et parenchyme normaux ; chlorenchyme ; poches sécrétrices. — Le parenchyme fondamental est régulièrement développé en collenchyme en dessous des épidermes supérieur et inférieur. En général ce collenchyme a des caractères plus accentués à la face supérieure qu'à la face inférieure ; il perd peu à peu ses caractères collenchymateux au fur et à mesure que l'on se rapproche des faisceaux. Chez le *Myoporum chinense*, tous les tissus compris entre les faisceaux et l'épiderme ont un caractère collenchymateux, avec cette particularité que les parois ont une épaisseur à peine plus forte dans les angles que sur les côtés. Dans les cornes arrondies le collenchyme est très faiblement ou pas développé. Seul le *Bontia daphnoides* fait exception à cet égard (fig. 25). Cette espèce possède un épais manteau de collenchyme qui entoure tout le pétiole. Le parenchyme fondamental prend alors la forme d'un tissu distinct bien délimité, chlorophyllien et lacuneux, tandis que chez les autres espèces il ne présente pas des caractères bien définis.

Le chlorenchyme ne prend de développement que vers le haut du pétiole où il envahit les cornes. Chez le *Myoporum parvifolium*, où le pétiole existe à peine,

comme membre distinct, le chlorenchyme envahit tout l'espace qui entoure les faisceaux.

Quant aux poches sécrétrices, elles existent ou peuvent exister dans tous les tissus normaux, sauf l'épiderme, les faisceaux et le péricycle. Leurs caractères et leur genèse sont les mêmes que dans la tige. Chez le *Bontia daphnoides*, ils sont localisés sous le collenchyme périphérique.

SYSTÈME LIBÉRO-LIGNEUX ET PÉRICYCLE. — Les faisceaux sont répartis, en nombre variable suivant le niveau de la section, à droite et à gauche d'un gros faisceau médian qui se rend dans la nervure médiane du limbe. Le faisceau médian a en section transversale une apparence plus ou moins réniforme. Chez le *Bontia daphnoides*, il est fortement creusé en gouttière, et ses bords sont recourbés en dehors, donnant ainsi à la section une apparence panduriforme (fig. 25). Les faisceaux

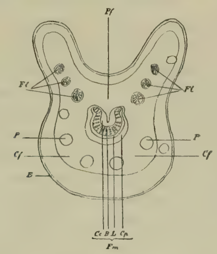


FIG. 25. — Section transversale du pétiole chez le *Bontia daphnoides*. — *Fl*, faisceaux latéraux. — *Fm*, faisceau médian comprenant un péricycle collenchymateux *Cp*, un endoxyle collenchymateux *Ce*, un bois *B* et un liber *L*, — *Pf*, parenchyme fondamental. — *Cf*, collenchyme hypodermique. — *P*, poches sécrétrices. — *E*, épiderme. — Grossissement $\frac{10}{1}$.

latéraux ont une section plus ou moins circulaire qui provient de ce que le bois et le liber sont appliqués l'un contre l'autre, à la façon de deux demi-lunes. Au contraire chez le *Bontia daphnoides*, le bois est creusé en gouttière ainsi que dans le faisceau médian, mais comme la gouttière est très étroite, la section d'ensemble du faisceau tend à devenir circulaire (fig. 24).

La constitution histologique du bois et du liber ne diffère pas de ce qu'elle est dans le bois primaire et les premiers temps du développement secondaire dans la

tige. Le *Bontia daphnoides*, est la seule espèce qui présente à la base du pétiole un cambium bien défini et un certain accroissement ligneux secondaire. L'endoxyle présente quelques variations. Parfois il est collenchymateux, mais peu abondant (*Myoporum acuminatum*, *M. serratum*, *M. tenuifolium*, *M. chinense*). Dans ces espèces, le collenchyme endoxylaire remplit la cavité du faisceau. Chez le *Bontia daphnoides*, il y a une épaisse couche de collenchyme endoxylaire qui tapisse la cavité du faisceau, mais sans la remplir. Le *Myoporum lætum* présente un endoxyle assez différent de celui des autres espèces; il est développé en un épais paquet de stéréides non ou faiblement lignifiées. Les stéréides ont des contours parfaitement définis et leurs parois sont traversées par des ponctuations canaliculées.

Le péricycle est assez épais et régulièrement collenchymateux; à l'intérieur de ce collenchyme il se différencie graduellement des stéréides lignifiées. Dans la plupart des petits faisceaux, le parenchyme qui borde les faisceaux à droite et à gauche se différencie aussi en une couche de collenchyme. Il arrive de la sorte que les faisceaux sont entièrement enveloppés dans un manteau de collenchyme.

Périderme. — Le *Bontia daphnoides* nous a présenté la singulière particularité d'avoir un périderme hypodermique assez développé dans toute sa partie inférieure. C'est là un cas rare chez les Phanérogames [1]. Ce périderme se produit exactement comme celui de la tige; il atteint une certaine épaisseur. Le périderme pétiolaire se continue dans le périderme caulinaire, comme le cambium pétiolaire se continue dans le cambium caulinaire. Nous regrettons que l'absence de matériaux frais nous ait empêché de poursuivre le mécanisme de la chute des feuilles, qui doit forcément être assez différent dans les *Bontia* de celui qui a été examiné chez les *Myoporum*.

§ 4. LE LIMBE FOLIAIRE

Contours; distribution générale des tissus. — Toutes les Myoporacées vraies que nous avons vues, ont des feuilles planes (sauf le *Myoporum salsoloides*) et une tendance à l'organisation centrique. Les tissus que nous aurons successivement à examiner sont : l'épiderme et les stomates; les poils et l'appareil glanduleux externe; le chlorenchyme; les poches sécrétrices; les faisceaux libéro-ligneux et le stéréome péricyclique; le parenchyme neural.

[1] Cfr. van Tieghem, *Traité de Botanique*, p. 865.

Épiderme ; stomates. — L'épiderme de la feuille, chez les Myoporacées vraies, présente des caractères très analogues à ceux dont il est pourvu sur la tige. Chez plusieurs espèces, la paroi extérieure, assez épaisse, se distingue en deux couches bien tranchées, l'une interne cellulosique, l'autre externe cuticularisée, indépendamment de la cuticule qui recouvre le tout (*Myoporum acuminatum*, *M. serratum*, *M. parvifolium*, *M. salsoloides*, *Bontia daphnoides*). Parfois la cuticularisation tend à devenir générale et la sclérification à devenir plus accentuée sur cette paroi extérieure (*Myoporum chinense*, *M. lœtum*). Souvent on constate d'une façon plus nette ces caractères sur la page supérieure que sur la page inférieure de la feuille (*Myoporum deserti*, *M. platycarpum*), ou bien au-dessus des nervures qu'au-dessus du chlorenchyme (*Pholidia brevifolia*). Chez l'*Eremophila oppositifolia*, la paroi extérieure des cellules épidermiques se cuticularise et se sclérifie prodigieusement, de façon à rendre le lumen sous-jacent très étroit.

Du reste, les feuilles reproduisent les mêmes saillies épidermiques que nous avons signalées sur les tiges.

Quant aux stomates, ils sont ou bien insérés au niveau de l'épiderme ou au contraire assez nettement saillants au dehors (*Eremophila oppositifolia*, etc.), sans qu'il y ait une constance très grande dans le niveau d'insertion. Ils sont entourés de plusieurs cellules annexes, polygonales comme celles de l'épiderme. Leur organisation est partout la même. L'ostiole est pourvue d'arêtes eisodiales excessivement aiguës et nettes, entièrement cutinisées; ces arêtes forment une antichambre extérieure en forme d'entonnoir. Les lèvres arrondies passent insensiblement aux arêtes internes qui sont à peine marquées, presque nulles. Les lumens ont une section triangulaire. Tous les stomates sont placés sur des chambres respiratoires plus ou moins spacieuses.

Indument et système glanduleux épidermique. — Nous avons déjà décrit en détail l'indument, à propos des tiges, tel qu'il se présente chez l'*Eremophila Duttonii* et l'*E. Brownii*. Ajoutons que les feuilles de l'*E. maculata* possèdent des poils hérissés analogues à ceux de l'*E. Brownii*, mais moins élevés. Il nous reste à dire quelques mots des poils aquifères de l'*E. alternifolia*. Les feuilles de cette espèce sont littéralement couvertes de trichomes à parois excessivement minces, à cuticule à peine capable d'être mise en évidence par les réactifs appropriés. Ces trichomes sont simples, unisériés, et constitués par une file de cellules habituellement plus larges que hautes. La cellule terminale est arrondie en forme de cape de moine.

Ces trichomes aquifères persistent tels quels longtemps sur la feuille, tandis que sur les tiges âgées, un peu avant la formation du périderme, tous les éléments, sauf le basilaire, se sclérifient un peu (fig. 26).

Les glandes des *Eremophila* ne présentent pas, sur la feuille, de caractères nouveaux. Les limbes foliaires des *Myoporum* et des *Bontia* sont pourvus de nombreuses glandes épidermiques, mais qui ne fonctionnent plus guère quand la feuille a atteint son entier développement ; nous étudierons de nouveau ces glandes en parlant du bourgeon.



Fig. 26. — Poils aquifères de la feuille de l'*Eremophila alternifolia*. Grossissement $\frac{88}{1}$.

Chlorenchyme et poches sécrétrices. — Toutes les Myoporacées ont une tendance à donner une organisation centrique à leur chlorenchyme. Cette tendance n'est entièrement réalisée que chez quelques espèces, où ce tissu atteint une très grande épaisseur, ainsi par exemple chez les *Eremophila oppositifolia, E. Duttonii, E. alternifolia*, *Myoporum platycarpum* et *M. Beckeri*. Dans ces espèces, les deux couches pallissadiques sont séparées par une couche de parenchyme moins coloré. Chez les *Bontia*, les *Pholidia* et la plupart des *Myoporum*, la couche palissadique inférieure présente des caractères moins nets que la couche supérieure. Le *Myoporum deserti* possède à la face inférieure des cellules rameuses, mais à bras inférieur dirigé vers l'épiderme allongé en palissade. Le *Myoporum salsoloides* a un chlorenchyme très épais, à éléments courts, plus allongés sous l'épiderme.

Les poches sécrétrices sont dispersées dans le chlorenchyme entier sans qu'il existe pour elles des lieux de formation privilégiées. Ce point peut être considéré comme définitivement acquis. L'indication de M. Weiss que certains *Myoporum* (*M. viscosum*) ont dans la feuille une sorte d'épithème incolore au-dessus de leurs poches est tout à fait erronée. Il est probable que cet auteur a comparé des poches prises dans le collenchyme neural d'une espèce avec celles prises dans le chlorenchyme d'une autre.

Faisceaux libéro-ligneux et stéréome péricyclique. — Les faisceaux libéro-ligneux des Myoporacées vraies présentent dans le limbe foliaire des caractères analogues à ceux que nous leur avons constatés dans le pétiole ; il n'y a, en effet, rien de particulier à signaler en ce qui concerne le bois et le liber. L'endoxyle est souvent collenchymateux (*Myoporum acuminatum, M. serratum, M. tenuifolium, M. chinense, M. lætum, M. deserti, Pholidia brevifolia).* C'est chez le *Bontia daphnoides* qu'il atteint son volume maximum. L'*Eremophila oppositifolia* a un endoxyle réduit mais à éléments sclérifiés et lignifiés. Chez d'autres espèces, l'endoxyle tout en restant collenchymateux devient extrêmement réduit (*Myoporum parvifolium, M. platycarpum, M. salsoloides, Eremophila Brownii, E. maculata, E. alternifolia.*)

Le péricycle est collenchymateux dans toutes les espèces. C'est dans son sein que se différencient graduellement quelques stéréides lignifiées. Le *Myoporum deserti* a la singulière propriété d'avoir les faisceaux couchés sur des coussins de collenchyme péricyclique plus larges qu'eux et reliés sur leurs flancs avec le collenchyme endoxylaire.

La forme même des faisceaux, en section transversale, offre peu d'intérêt. Cette section est à peine réniforme, sauf chez le *Bontia daphnoides* où les faisceaux sont nettement canaliculés.

Parenchyme neural. — Le parenchyme neural dans le limbe foliaire n'est constant que pour la nervure médiane et n'est pas général pour toutes les espèces. Chez certaines Myoporacées, le faisceau médian est plongé dans le chlorenchyme (*Myoporum parvifolium, M. deserti, M. salsoloides, Eremophila alternifolia*). Plus rarement le caractère du collenchyme est peu accentué ; il n'y a qu'un seul tissu neural à la face inférieure (*Myoporum Beckeri, Pholidia brevifolia, Eremophila oppositifolia*). Plus souvent, le faisceau est placé entre deux coussins du parenchyme neural plus ou moins fortement collenchymateux (*Myoporum acuminatum, M. serratum, M. tenuifolium, M. chinense, M. lætum, M. platycarpum, Eremophila maculata, E. Brownii, E. alternifolia*). Chez le *Bontia daphnoides*, on ne reconnaît qu'imparfaitement dans le limbe la distinction, assez nettement établie dans le pétiole, d'une zone collenchymateuse externe et d'une zone parenchymateuse interne.

Dans la plupart des espèces, le parenchyme neural perd son caractère collenchymateux au voisinage de l'endoxyle et du péricycle, et devient plus ou moins chloro-

phyllien. Chez le *Pholidia brevifolia*, le collenchyme endoxylaire est séparé du collenchyme neural par une assise parenchymateuse très nette.

§ 5. LE BOURGEON

Nous désirons ajouter ici quelques renseignements histologiques sur le bourgeon, que nous avons pu étudier sur le frais avec le *Myoporum acuminatum*. Ces renseignements donnent la raison de l'existence des glandes épidermiques sur les feuilles des *Myoporum* — glandes qui ont à peu près perdu leurs fonctions lorsque le limbe a atteint l'âge adulte — et indiquent aussi la marche suivie dans la différenciation des tissus.

Des sections opérées aux divers niveaux d'un bourgeon, en octobre, montrent d'abord au sommet une assise de dermatogène dont les éléments se divisent perpendiculairement à la surface et une masse de méristème primitif dont les cellules se recloisonnent dans tous les sens. Il n'existe d'histogène spécial pour aucun des tissus qui naîtront aux dépens de ce méristème primitif.

Un peu plus bas on constate que la section de la tige devient triangulaire. Il existe une assise épidermique à caractères assez nets, dépourvue de glandes. Au-dessous, se trouvent quelques rangées de parenchyme cortical encore en pleine division. En dedans de cette écorce, on aperçoit une région assez mal délimitée contenant du tissu procambial. Cette région est constituée par 3 îlots de grandeurs décroissantes, qui correspondent aux faisceaux sortants des trois premières feuilles. Au centre, on trouve un tissu médullaire très semblable au parenchyme cortical.

Plus bas encore, les trachées initiales et les premiers tubes criblés se différencient à la périphérie des îlots procambiaux. Ce n'est qu'après la différenciation de ces éléments, que l'assise extérieure aux premiers tubes criblés et qui s'est recloisonnée plusieurs fois prend un caractère un peu collenchymateux. On reconnaît là la genèse du stéréome péricyclique. Ce n'est également qu'après la différenciation des trachées initiales que l'on voit apparaître nettement les cellules-mères de l'épithélium des poches sécrétrices.

La suite de la différenciation des îlots procambiaux correspondant aux feuilles inférieures quatrième et cinquième, celle des arcs interfasciculaires et des divers tissus libéro-ligneux ne présente pas de particularités.

Une section quelconque rencontre autour de la tige une série de feuilles à des

degrés divers de développement. Ceux-ci ressemblent beaucoup à ceux que traverse la tige. D'abord, dermatogène et méristème fondamental, ce dernier sans initiales spéciales aux divers tissus. Puis différenciation d'îlots procambiaux. Enfin apparition des cellules-mères des poches sécrétrices et genèse du stéréome péricycle.

Un point mérite cependant une mention spéciale. Avant même que les cellules du dermatogène aient pris des caractères épidermiques, elles deviennent papilleuses et se cloisonnent tangentiellement. La cellule-fille supérieure deviendra une glande directement, ou après un deuxième recloisonnement qui fournit un adénophore extrêmement court. Quoi qu'il en soit, la tête de la glande s'aplatit, devient très large et se divise une série de fois par des cloisons verticales. Lorsqu'il existe un adénophore, il se cloisonne toujours plusieurs fois dans divers sens, de façon à devenir massif. Les glandes sont tellement abondantes et si serrées qu'elles recouvrent complètement l'épiderme.

Les bourgeons du *Myoporum acuminatum* sont visqueux au toucher et d'apparence brune. Ces deux propriétés sont dues aux glandes qui sécrètent une substance gommeuse. Celle-ci filtre à travers les parois de la glande et vient s'extravaser entre les membranes cellulosiques extérieures et la cuticule. La cuticule se déchirant, la substance gommeuse se répand sur le bourgeon, y prend de la consistance et forme une sorte d'enduit. Cet enduit ne joue pas ici un rôle protectif à l'égard des basses températures, comme cela est le cas dans les bourgeons des arbres de nos climats. Il a plutôt pour fonction, par son imperméabilité relative, de protéger les jeunes feuilles contre une transpiration exagérée. M. van Tieghem a donné au produit gommeux des glandes gemmaires de divers arbres de nos climats le nom de *blastocolle*[1]. Nous n'hésitons pas à homologuer cette blastocolle avec le produit de sécrétion gommeux des bourgeons de *Myoporum*, en faisant cependant remarquer que cette homologation physiologique ne signifie nullement qu'il y ait identité chimique entre les diverses blastocolles.

Plus tard, la croissance intercalaire espace les glandes qui perdent totalement ou en bonne partie leurs fonctions sécrétrices sur les feuilles adultes. C'est dans le bourgeon qu'il faut les étudier pour saisir leur raison d'être.

§ 6. RACINE PRIMAIRE

ORIENTATION. — Comme appendice, nous insérons ici les observations qu'il nous

[1] Van Tieghem, *Traité de Botanique*, p. 628.

a été donné de faire sur la racine du *Myoporum acuminatum* et qui pourront servir de point de départ pour l'anatomie de ce membre, encore inédit au point de vue histologique.

Malheureusement les Myoporacées ne sont pas des plantes abondantes dans les serres, de sorte que l'on ne peut, comme il le faudrait parfois, en sacrifier un pied à sa guise pour les besoins de l'étude. C'est ainsi que nous avons dû nous contenter de racines latérales sans pouvoir obtenir de racine terminale. Nous ne pouvons donc pas indiquer à quel type de symétrie appartiennent les Myoporacées; en revanche, nous avons fait sur les racines de second ordre une ample moisson de particularités intéressantes.

Assise pilifère; hypoderme subéreux. — La racine primaire des *Myoporum* est limitée extérieurement par une assise pilifère dont les éléments sont beaucoup plus petits que ceux de l'écorce, et en particulier que ceux de l'hypoderme. Ces éléments sont voûtés en dehors et plus hauts, suivant le rayon, que larges. Ils portent de longs poils absorbants non cloisonnés à parois très minces qui dépassent plusieurs fois le diamètre de la jeune racine. Pendant que les poils absorbants fonctionnent, l'assise pilifère possède des parois cellulosiques.

Mais l'existence des poils n'est qu'éphémère; ils meurent et disparaissent. Cette mort est essentiellement due à la subérisation de l'assise pilifère qui coupe toute communication entre l'organe mère et le poil.

En même temps que la subérisation s'opère dans l'assise pilifère, ce phénomène commence dans l'hypoderme. Il existe, en effet, un hypoderme à cellules de section polygonale, beaucoup plus grandes que celles de l'assise pilifère et de l'écorce interne, et dont la différenciation a lieu de très bonne heure. Le début de la subérisation est indiqué par l'apparition d'une tache de Caspary très faible sur les parois radiales. Plus tard la subérisation s'étend aux parois dans leur ensemble.

L'épaisseur des membranes n'augmente guère pendant le processus de la subérisation dans l'hypoderme. Il en est autrement dans l'assise pilifère. Quand le poil absorbant est séparé par une paroi de la cellule périphérique qui le porte, cette paroi s'épaissit, et cela surtout dans les angles extérieurs, un peu à la manière du collenchyme. D'où il résulte que, la subérisation une fois achevée, l'assise pilifère dépourvue de poils ressemble beaucoup à un épiderme aérien.

Parenchyme cortical; lacunes aérifères; endoderme. — L'endoderme, limite interne de l'écorce, est constituée par une couche de cellules parallélipipédiques

plus petites que les autres éléments corticaux, de section irrégulièrement rectangulaire et ne laissant entre elles aucun méat. Leur subérisation suit le même mode de développement que pour l'hypoderme subéreux : d'abord une tache de Caspary légère sur les parois radiales, puis extension graduelle de la subérisation à toutes les parois. La subérisation n'est générale dans l'endoderme que lorsque les poils absorbants sont tombés et que l'assise pilifère est subérisée. Il n'y a pas de sclérification appréciable dans l'endoderme.

Entre l'endoderme et l'hypoderme subéreux s'étend une large couronne de parenchyme, dont les éléments de section rectangulaire et étirés tangentiellement, sont placés régulièrement en séries les uns au-dessus des autres et augmentent graduellement de calibre de l'endoderme jusque vers l'hypoderme. Tous les élé-

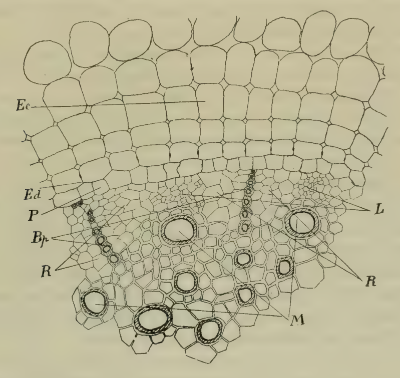


Fig. 27. — Section transversale d'une jeune radicelle chez le *Myoporum acuminatum*, montrant une partie de la stèle et les régions internes de l'écorce. — *Ec*, parenchyme cortical interne. — *Ed*, endoderme. — *P*, péricycle. — *Bp*, faisceaux de protoxylème. — *M*, métaxylème. — *L*, faisceaux libériens. — *R*, rayons de parenchyme médullaire — Grossissement $\frac{160}{1}$.

ments de ce parenchyme cortical ont des parois cellulosiques minces et tendres. Très rapidement les angles s'arrondissent, et il se forme aux points de rencontre des cellules, des méats aérifères de section plus ou moins rectangulaire (fig. 27).

Cet état persiste assez longtemps, puis, lorsque sous l'action réunie du cambium et du phellogène, l'écorce est fortement étirée tangentiellement, on voit certaines files de cellules s'écarter les unes des autres et donner naissance à de grandes lacunes longitudinales. Ces lacunes sont plus longues (radialement) que larges et sont séparées par des trabécules parenchymateux irréguliers. La formation de ces lacunes coïncide avec la subérisation de certains éléments de l'écorce, dont la disparition est prochaine.

Péricycle; insertion des radicelles. — Au-dessous de l'endoderme se trouve un péricycle formé d'une seule assise parenchymateuse (fig. 27). Les éléments de ce péricycle ont à peu près la même forme et les mêmes dimensions que les cellules endodermiques avec lesquelles elles alternent, mais elles ne présentent pas de taches de Caspary. Le péricycle est continu; jamais on ne voit les initiales du protoxylème adossées contre l'endoderme.

Le nombre des cellules qui entrent dans la composition des plages rhizogènes ne nous a pas paru être déterminé. On peut en dire autant du nombre des rangées de radicelles qui varie avec le nombre des faisceaux de protoxylème, lequel, comme nous le verrons tout à l'heure n'est pas constant. Quoi qu'il en soit, la différenciation des diverses catégories d'initiales se poursuit suivant les règles posées avec tant d'habileté et de précision par MM. van Tieghem et Douliot [1].

Il n'est pas difficile de trouver la cellule de raccord triplissée qui unit l'épistèle de la radicelle naissante avec l'endoderme de la racine-mère. Si l'on poursuit, à partir de cette cellule, l'endoderme soulevé par le cône végétatif de la radicelle naissante, on constate que, simple et fort d'une seule assise de cellules à la base, il se cloisonne parallèlement à sa surface et devient une couche épaisse de 2-3 assises au sommet. Il se forme ainsi une poche digestive massive qui accompagne la radicelle dans son trajet à travers l'écorce. Les cellules du parenchyme cortical sont en partie écrasées, en partie résorbées pendant ce trajet.

Dans les radicelles qui nous ont passé sous les yeux, les plages rhizogènes étaient toujours étendues, de sorte que l'épistèle comportait au commencement plusieurs rangs de cellules. Les régions et leurs initiales nous ont paru suffisamment distinctes dès le début.

Faisceaux de protoxylème; faisceaux libériens; rayons médullaires. — Les fais-

[1] Van Tieghem et Douliot, *Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes (Ann. des sc. nat.*, 7e série, VIII, ann. 1888).

ceaux sont répartis régulièrement autour d'une large moelle et sont séparés par des rayons de parenchyme médullaire larges de 2-3 cellules. Ces cellules ont un calibre plus faible que celles du péricycle et de la moelle proprement dite (fig. 27).

Nous avons observé des stèles tétrarches, pentarches, hexarches et heptarches.

Les faisceaux libériens forment des masses de section vaguement triangulaire. Leur parenchyme est abondant. Les tubes criblés naissent de cellules procambiales peu recloisonnées, de sorte qu'ils ne forment jamais d'îlots aussi prononcés que dans la tige.

Les faisceaux de protoxylème débutent par une ou deux trachées initiales contre le péricycle et forment à partir de là vers le centre des rayons à éléments de plus en plus gros. Les rayons vasculaires sont unisériés. Tantôt les trachées se suivent sans interruption, tantôt elles sont séparées par du parenchyme intercalé. Cela est parfois le cas immédiatement après les trachées initiales et complique au premier abord l'interprétation du faisceau.

Les derniers vaisseaux des rayons primaires n'atteignent pas le centre de la moelle, ils en restent au contraire écartés à une assez grande distance.

MÉDULLE CENTRALE ; MÉTAXYLÈME. — La moelle centrale ne subsiste en tant que moelle qu'au début de la période primaire. De suite après la formation des trachées initiales, certains éléments médullaires s'élargissent, se sclérifient en se lignifiant, résorbent leurs cloisons transversales séparatrices et deviennent de véritables vaisseaux. Ce second bois primaire est le métaxylème[1] (fig. 27). On ne peut pas dire qu'il y ait des lieux particulièrement privilégiés dans la moelle pour la formation du métaxylème. Il existe, il est vrai, un vaisseau de très gros calibre en face de chaque faisceau libérien, mais il s'en différencie d'autres plus à l'intérieur, de sorte qu'à la fin de la période primaire la moelle est remplacée par un massif composé de vaisseaux ponctués, de trachées et de parenchyme à parois sclérifiées. Le métaxylème se distingue donc essentiellement du protoxylème par le calibre beaucoup plus fort de ses éléments et leur ornementation. A juger d'après les descriptions publiées, ce métaxylème ne paraît pas être habituellement l'apanage des Gamopétales[2].

[1] Van Tieghem, *Traité de botanique*, éd. 2, p. 684.

[2] Van Tieghem, *Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires* (*Ann. des sc. nat.*, 5e sér., XIII, 1870-71, p. 212-277).

§ 8. RACINE A L'ÉTAT SECONDAIRE ET TERTIAIRE

Phellogène ; liège ; phelloderme. — Le phellogène radical débute par un recloisonnement tangentiel du *péricycle*. Il y a là une différence profonde lorsqu'on compare la racine à la tige. Le travail phellogénique s'opère immédiatement et rapidement dans la plus externe des deux cellules-filles, de telle sorte que, au bout d'un certain temps, on constate dans les parties périphériques de la racine les transformations suivantes : 1° L'écorce primaire est rejetée vers l'extérieur, fissurée et exfoliée. 2° Il existe une nouvelle écorce secondaire créée de toutes pièces par l'action du phellogène.

Comme les cloisonnements tangentiels s'opèrent avec une assez grande régularité, l'écorce secondaire ne tarde pas à être divisée en deux zones très distinctes : un liège extérieur et un phelloderme intérieur, séparés par une assise phellogénique active.

Le liège s'exfolie régulièrement et n'atteint jamais une grande épaisseur. Les cellules ont des parois minces, dépourvues d'ornements et ne laissent pas entre elles de méats ; la subérisation en est immédiate et partout égale.

Le phelloderme persiste indéfiniment à l'état cellulosique. Ses cellules sont assez grosses ; elles arrondissent leurs angles et laissent entre elles de nombreux méats aérifères. Les parois restent minces. Le plasma et le noyau restent vivants et très actifs, ainsi que le démontre l'amidon qui se dépose à l'intérieur de l'utricule primordial. Sur certains points, il n'est plus possible de reconnaître l'ordre primitif de la disposition des cellules déjà à partir de la deuxième ou de la troisième assise au-dessous du phellogène. Ailleurs, au contraire, on peut suivre les files de cellules jusqu'au liber, contre lequel les plus internes sont adossées.

Scléréides phellodermiques. — Sur certains points, le phelloderme parenchymateux n'arrive pas à être en contact avec le liber secondaire, il en est séparé par une muraille de scléréides. Ces murailles éparses çà et là à la périphérie du liber ont la forme d'un croissant très allongé tangentiellement. Elles fonctionnent évidemment comme appareil de soutien et de protection à l'égard du liber secondaire. A cet effet, 1-3 assises de phelloderme se différencient en donnant à leurs éléments un volume plus considérable. Un grand nombre de ces éléments présentent sur une section transversale un diamètre radial sensiblement plus considérable que le

diamètre tangentiel. Puis les parois sont soumises à une lignification et à une sclérification intenses. Les ponctuations en forme de canalicules ont une section arrondie et sont ramifiées à l'extrémité (fig. 28).

Sur des sections longitudinales, on peut constater que les murailles se poursuivent sur un très long parcours.

Il est fort possible que ces murailles servent de point d'appui pour la genèse d'un périderme *tertiaire*. A l'appui de cette hypothèse, nous pouvons avancer le fait que les cellules phellodermiques voisines étaient recloisonnées tangentiellement. Cependant les racines que nous avions à notre disposition n'étaient pas assez âgées pour nous permettre de voir s'il s'établissait réellement un anneau phellogénique tertiaire complet.

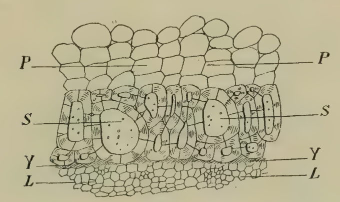


Fig. 28. — Section transversale passant par la région interne dn phelloderme dans une racine âgée du *Myoporum acuminatum*. — *P*, phelloderme. — *S*, scléréides phellodermiques. — *Y*, liber primaire et péricycles écrasés. — *L*, liber secondaire. — Grossissement $\frac{116}{1}$.

Poches sécrétrices tertiaires[1]. — Nous ne croyons pas que l'on ait jusqu'ici signalé chez les Phanérogames la singulière formation de poches sécrétrices tertiaires aux dépens du phelloderme des racines. Çà et là, en plein phelloderme, on constate de grosses poches contenant abondamment de l'huile et tapissées de 4-6 assises épithéliales (fig. 28). Ces poches se forment exactement suivant le processus qui a été décrit à propos de l'écorce caulinaire primaire. La cellule-mère de la poche ne commence à se distinguer par son contenu qu'assez longtemps après sa formation aux dépens du phellogène. On n'aperçoit pas de poches dans les jeunes phellodermes. Les poches naissent donc bien subsidiairement aux dépens d'un tissu secondaire et leur *épithélium* doit être qualifié de tissu *tertiaire*[1].

[1] On pourrait aussi à la vérité qualifier de *secondaires* les poches sécrétrices des organes aériens,

Liber. — Le liber secondaire de la racine présente les mêmes caractères que le liber primaire. Les seules différences consistent dans la présence de rayons de parenchyme, dont il sera encore question à propos du bois, et dans le développement accidentel de quelques scléréides aux dépens du parenchyme. Ces scléréides sont petites, relativement peu sclérifiées, rares, et ne peuvent à aucun degré être comparées avec les scléréides extra-libériennes.

Bois. — Le bois secondaire de la racine possède ceci en commun avec le bois secondaire de la tige que les gros vaisseaux ponctués sont répartis vers le centre

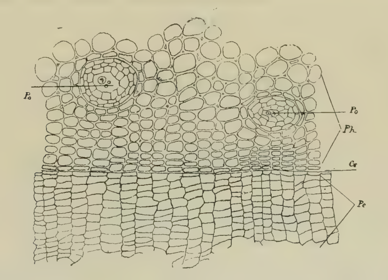


Fig. 29. — Périderme adulte de la racine chez le *Myoporum acuminatum*. — *G*, phellogène. — *Ph*, phelloderme. — *Po*, poches sécrétrices tertiaires. — *Pe*, liège. — Grossissement $\frac{160}{1}$.

en files radiales qui deviennent de plus en plus courtes à mesure que l'on se rapproche de la périphérie. Mais cette disposition est beaucoup moins régulière et les vaisseaux sont, surtout dans les parties périphériques, éparpillés sans ordre.

Ce qui distingue essentiellement le bois radical du bois caulinaire, c'est le développement considérable du parenchyme et des trachéides, aux dépens du stéréome. Les gros vaisseaux sont ordinairement entourés d'une couronne de parenchyme et tous sont reliés à divers niveaux par des bandes de parenchyme. Sur des sections

puisqu'elles se forment aux dépens du parenchyme fondamental primaire ; cependant leur genèse est si précoce, presque contemporaine de la différenciation du stéréome péricyclique, et tellement antérieure à la formation du périderme, que l'on peut sans inconvénient les qualifier de *primaires*.

transversales, ce parenchyme se distingue facilement des stéréides par ses parois un peu moins épaisses et moins lignifiées et surtout par sa richesse en amidon.

L'ornementation des vaisseaux et des trachéides consiste exclusivement en ponctuations aréolées, très serrées, à contour externe arrondi ou elliptique, à contour interne très étroit et transversal.

Les rayons de parenchyme augmentent de largeur du centre à la périphérie; habituellement 1-sériés au centre du bois, ils arrivent souvent à être 4-5 sériés en débouchant dans le liber. Les éléments sont plutôt couchés; tout au moins des sections tangentielles démontrent-elles chez eux une hauteur habituellement plus faible que le diamètre radial. Leur constitution et leur teneur en amidon sont les mêmes que pour le parenchyme ordinaire. Les rayons sont parcourus radialement par de fins méats aérifères.

CHAPITRE QUATRIÈME

Conclusions générales.

PARTICULARITÉS HISTOLOGIQUES DES MYOPORACÉES POSSÉDANT UN INTÉRÊT GÉNÉRAL.— La longue étude des Myoporacées que nous venons de faire a mis au jour bien des particularités intéressantes pour l'anatomie générale. Nous allons les résumer encore une fois.

Au point de vue morphologique, les *Oftia* nous ont présenté une forme intermédiaire curieuse entre les macroptères et les microptères. Ce sont des ailes imparfaites, non vascularisées, que nous avons considérées comme appartenant à la feuille.

La course des faisceaux nous a offert des variantes intéressantes; la course normale des Myoporacées vraies appartenant à un type peu répandu chez les Phanérogames.

C'est encore le genre *Oftia* qui nous a fourni la découverte d'un liber périmédullaire. Nos observations sur le mode de genèse des îlots grillagés périmédullaires confirment les données établies sur d'autres familles par MM. Hérail et Lamounette.

L'étude comparée de la tige et de la racine au point de vue des productions péridermiques nous a montré de grandes variations : hypodermique dans la tige,

le périderme devient péricyclique dans la racine. L'activité du phellogène s'épuise dans la tige par la formation du liège, tandis que, dans la racine, il se forme un phelloderme puissant. A l'étude du périderme se rattachent des particularités intéressantes, telles que la chute des feuilles et la présence d'un phellogène dans le pétiole.

Nos recherches sur les poches sécrétrices, entreprises au début avec les idées de de Bary, nous ont amené à changer complètement d'opinion et à confirmer entièrement les descriptions histogéniques de M. van Tieghem et de Mlle Leblois en ce qui concerne les premiers développemement de la poche, qui est le produit des divisions successives d'une seule cellule-mère. Nous arrivons à des résultats tout autres que ces auteurs relativement au sort ultérieur des poches. L'huile se forme dans les membranes et non pas dans les cellules. Les membranes se gélifient et mettent, en se dissolvant, l'huile en liberté dans la cavité centrale. Ce processus lysigène amplifie ainsi la poche. Les poches appartiennent donc à la catégorie appelée par M. Tschirch *schizolysigène*. Les poches sécrétrices font défaut dans le genre *Oftia*. Par une sorte de compensation, ce genre possède un appareil sécréteur externe puissamment développé. — C'est, croyons-nous, la première fois que des poches sécrétrices tertiaires sont signalées chez les Phanérogames. Ces poches se forment aux dépens du phelloderme radical.

Dans les racines, nous avons constaté la présence d'un métaxylème, formation rare chez les Gamopétales.

Enfin, comme dans les deux groupes précédents, l'étude des différenciations poursuivie d'espèce à espèce dans les diverses régions des trois membres nous a fourni une ample moisson de faits secondaires qui donnent, croyons-nous, à l'anatomie des Myoporacées une base large et solide.

Résultats systématiques. — Le nombre des Myoporacées étudiées était trop peu considérable pour que nous ayons pu nous proposer des recherches d'anatomie systématique bien étendues. Ce nombre suffit cependant pour établir quelques aphorismes. En premier lieu, le genre *Oftia* se distingue de toutes les Myoporacées vraies par l'absence de poches sécrétrices. On pourrait voir dans ce fait un écho de l'affinité morphologique que possède ce genre pour les Verbénacées, n'était la présence d'un liber périmédullaire. Ce caractère rapproche les *Oftia* des Solanacées qui en diffèrent par l'estivation de la corolle, le nombre et la situation des ovules; il fait aussi comparer les *Oftia* aux Loganiacées, mais ces dernières s'en

séparent plus encore par le nombre et la situation des ovules, l'albumen, la radicule infère et la présence de stipules interpétiolaires. D'autre part, les caractères floraux ne permettent guère de sortir le genre en question des Myoporacées. Cependant nous croyons ne pas exagérer la valeur de caractères histologiques de premier ordre — tels que le sont un liber périmédullaire et des poches sécrétrices — en faisant du genre *Oftia* une tribu à part. Les *Oftia* étant mis à part, les Myoporacées se distinguent anatomiquement avec aisance de tous les groupes voisins par la présence de poches sécrétrices. En particulier, la distinction d'avec les Sélaginacées, qui est très difficile d'après les caractères morphologiques seuls, s'opère d'après la présence des organes indiqués avec une précision absolue. Si l'on voulait aller plus loin, il faudrait conclure que le genre *Bontia* seul se reconnaît à l'organisation de son pétiole. On ne peut pas distinguer anatomiquement le genre *Myoporum*. Enfin les *Pholidia* et les *Eremophila* doivent être réunis. On constate donc ici un fait qui a été déjà établi plus haut pour plusieurs genres de Chloanthoïdées, c'est que l'anatomie permet de distinguer à peu près toutes les espèces mais non les genres. On saute directement de la famille ou de la sous-famille à l'espèce, ou plutôt, on arrive à cette dernière en passant par des groupes anatomiques qui ne cadrent point avec les genres basés sur la morphologie externe.

Diagnose anatomique des Myoporacées. — Caractères phylétiques : Tige primaire de section variable, parfois avec des macroptères rudimentaires (*Oftieæ*). Système indumentaire consistant en poils rameux ou simples. Système glanduleux externe peu développé, sauf cependant sur les feuilles des *Myoporum* et des *Bontia*, consistant en glandes sessiles ou stipitées, à adénophore simple ou massif, à tête pourvue de divisions verticales, rarement massive. Épiderme de la tige et de la feuille simple. Poches sécrétrices résino-oléifères d'origine *schizolysigène* dans l'écorce, le mésophylle, parfois dans la moelle (exception *Oftieæ*). Écorce caulinaire à différenciations peu variées (chlorenchyme, collenchyme hypodermique), à assise phlœotermique non différenciée. Stéréome péricyclique régulièrement développé dans la tige ; collenchymateux dans la feuille. Faisceaux libéro-ligneux disposés dans la tige en un cercle, bientôt confluents, à endoxyle variable ; course des faisceaux variable (voy. p. 91 et p. 114). Périderme caulinaire hypodermique ne produisant que du liège ; périderme radical péricyclique produisant un phelloderme et un liège ; phelloderme hautement, mais tardivement différencié (poches sécrétrices, plaques de scléréides). Bois secondaire à stratification ord. indistincte ; liber

secondaire non stratifié. Liber à parenchyme abondant, à tubes criblés du type *Cucurbita*, habituellement groupés avec les cellules-compagnes en îlots produits par le recloisonnement d'une cellule-mère. Bois constitué par du parenchyme périvasculaire, des stéréides normales, des vaisseaux ouverts et des trachéides, le plus souvent à ponctuations aréolées (except. *Myoporum salsoloides*), parcouru par des rayons de parenchyme ponctué, à cellules « dressées » ou « couchées », 1-3 sériés, hauts de 1-20 étages; mode de perforation des vaisseaux ouverts simple; recloisonnement des stéréides très rare ou nul. Moelle longtemps persistante. Tout l'espace laissé libre à l'intérieur de l'épiderme est rempli par du chlorenchyme qui enveloppe le système libéro-ligneux (sauf la nervure médiane dans certaines espèces). Stomates entourés de plusieurs (3 et plus) cellules annexes. Laticifères nuls. Stèle radicale pourvue de métaxylème dans les radicelles; ces dernières munies au début d'une poche digestive endodermique multiple. Liber périmédullaire nul (except. *Oftieæ*). Cystolithes nuls. Dépôts de cristaux irréguliers.

Caractères épharmoniques : Épiderme extérieur à paroi externe ord. fortement cuticularisée, même quand l'indument fournit une protection effective contre la transpiration.

Conspectus des caractères histologiques propres aux genres et aux espèces de Myoporacées. — Toutes les espèces étudiées dans ce mémoire peuvent être reconnues et caractérisées anatomiquement, sauf les *Myoporum acuminatum*, *serratum* et *tenuifolium*. Nous doutons fort que ces trois espèces soient des espèces linnéennes [1]. En revanche, on ne saurait distinguer anatomiquement les genres *Myoporum*, *Pholidia*, *Eremophila*, et *Bontia* par des caractères de quelque poids. Il est probable que, dans la suite, l'examen d'autres espèces ne fera que confirmer ce jugement. On peut dresser des Myoporacées étudiées le conspectus suivant :

I. Tiges et feuilles dépourvues de poches sécrétrices internes et munies de liber périmédullaire; course des faisceaux caractérisée par la présence de traces foliaires unifasciculées, flanquées chacune d'un réparateur à droite et à gauche, parcourant deux entrenœuds comme masse sortante, et s'insérant sur deux racines réparatrices qui traversent elles-mêmes 2 entrenœuds avant de se greffer à un système libéro-ligneux foliaire sous-jacent (voy. p. 91). Nombreuses glandes

[1] Bentham est arrivé à une conclusion analogue d'après la morphologie externe. Voy. *Flora australiensis*, (V, p. 3 et 4).

stipitées épidermiques à longs adénophores. Tiges pourvues de macroptères rudimentaires non vascularisées . . . . *Oftieæ*.

1. Sorties des faisceaux foliaires s'opérant à des niveaux différents; entrenœuds dépourvus de collenchyme hypodermique caractérisé. Feuilles alternes; épiderme foliaire à paroi extérieure très épaisse et très cuticularisée; couche palissadique épaisse; stéréome péricyclique formant une épaisse muraille; marges foliaires planes. . . . . *Oftia Jasminum*.

2. Sorties des faisceaux foliaires s'opérant au même niveau; entrenœuds pourvus d'une assise hypodermique collenchymateuse assez nette. Feuilles verticillées; épiderme foliaire à parois médiocres et médiocrement cuticularisées; couche palissadique plus mince; stéréides isolées à la périphérie du liber; marges foliaires un peu enroulées en dessous. . *O. revoluta*.

II. Tiges et feuilles dépourvues de liber périmédullaire et munies de poches sécrétrices internes schizogènes; course (normale) des faisceaux caractérisée par une trace foliaire unifasciculée; cette trace descend comme masse sortante 2 entrenœuds avant de s'unir au réparateur voisin; la trace et le réparateur ont une racine réparatrice commune qui descend de nouveau 3 entrenœuds avant de s'unir au système libéro-ligneux foliaire sous-jacent (voy. p. 114). Pas de glandes épidermiques pourvues de longs adénophores unisériés (glandes sessiles ou subsessiles). Tiges entièrement dépourvues de macroptères . . . . *Myoporeæ*.

1. Poches sécrétrices médullaires.

A. Nervure médiane du limbe foliaire placée entre deux coussins de parenchyme neural entièrement ou en partie collenchymateux; limbe nettement pétiolé.

a. Faisceau médian du pétiole canaliculé, à bords recourbés en dehors avant l'émission d'une branche latérale, de section lyriforme; tissu fondamental différencié en deux zones, l'une périphérique très collenchymateuse, l'autre interne, dans laquelle les faisceaux sont plongés, simplement parenchymateuse.
Bontia daphnoides.

b. Faisceau médian du pétiole à bords non recourbés en dehors;

pas de différenciation tranchée dans le tissu fondamental du pétiole.

α. Chlorenchyme cortical relativement peu lacuneux. Collenchyme fondamental du pétiole de plus en plus caractérisé vers la périphérie ; collenchyme endoxylaire du pétiole peu abondant. *Myoporum acuminatum, M. serratum, M. tenuifolium.*

β. Chlorenchyme cortical parcouru pas de grands méats aérifères. Collenchyme fondamental du pétiole à éléments partout plus ou moins également épaissis (à épaississements angulaires peu prononcés). Collenchyme endoxylaire médiocre . . . . *Myoporum chinense.*

γ. Chlorenchyme cortical parcouru par de grands méats aérifères. Collenchyme fondamental du pétiole de plus en plus caractérisé vers la périphérie. Endoxyle du pétiole adulte développé en un épais paquet de stéréides canaliculées.

Myoporum lætum.

B. Nervure médiane du limbe foliaire plongée dans le chlorenchyme ; pas de parenchyme neural ; feuilles indistinctement pétiolées.

Myoporum parvifolium.

2. Pas de poches sécrétrices médullaires [1].

A. Tiges et feuilles dépourvues d'indument.

a. Faisceau de la nervure foliaire médiane plongée dans le chlorenchyme, pas de parenchyme neural.

α. Bois secondaire de la tige dépourvu de trachées et de trachéides à épaississements spiralés.

☐ Limbe foliaire plane ; mésophylle à cellules de la face inférieure allongées, et rameuses à leur extrémité supérieure ; faisceaux couchés sur des coussins de collenchyme péricyclique plus larges qu'eux et reliés sur leurs flancs avec le collenchyme endoxylaire.

Myoporum deserti.

[1] Peut-être celles-ci sont-elles seulement très rares pour quelques-unes des espèces ?

□ □ Limbe foliaire très plane; mésophylle à éléments très centriques; collenchymes péricyclique et endoxylaire non reliés sur les flancs du faisceau.

Myoporum platycarpum.

β. Bois secondaire de la tige abondamment pourvu de trachées et de trachéides à épaississements spiralés. Limbe foliaire épais et peu étendu en largeur, mésophylle à éléments courts plus allongés sous l'épiderme.

Myoporum salsoloides.

b. Faisceau de la nervure foliaire médiane placé entre deux coussins de collenchyme neural. Chlorenchyme caulinaire dense. Pétiole très court; faisceaux à péricycle et endoxyle comme dans l'espèce précédente; collenchyme neural à la face inférieure et à la face supérieure, formant coussins; chlorenchyme sur les faces très développé, palissadique et lacuneux, cornes faiblement marquées. . . . . *Eremophila denticulata.*

c. Faisceau de la nervure foliaire médiane à collenchyme neural supérieur nul ou très faible, réuni avec l'épiderme inférieur par un bras de collenchyme.

α. Endoxyle du faisceau foliaire médian collenchymateux.

□ Faisceaux foliaires de très faible calibre entièrement plongés dans le chlorenchyme centrique, communiquant avec l'épiderme inférieur par une bande de collenchyme neural très étroite. Vers le haut de la feuille, les faisceaux sont entourés d'une gaine parenchymateuse . . . . . . *Myoporum Beckeri.*

□ □ Faisceaux foliaires plus robustes, le médian pourvu de quelques stéréides péricycliques, communiquant avec l'épiderme inférieur par un large coussin de collenchyme neural . . . . *Pholidia brevifolia.*

β. Endoxyle du faisceau foliaire médian à éléments sclérifiés et lignifiés . . . . *Eremophila oppositifolia.*

B. Tiges et feuilles pourvues d'indument.

a. Tiges et feuilles pourvues de poils (aquifères) 1-sériés, formés par des cellules plates, superposées, la terminale arrondie, à parois minces et délicates. Faisceau de la nervure foliaire médiane plongé dans le chlorenchyme.

Eremophila alternifolia.

b. Feuilles pourvues de poils tecteurs hérissés ou rameux (voy. p. 104). Faisceau de la nervure foliaire médiane placé entre deux coussins de collenchyme neural.

α. Tige à poils tecteurs simples, 1-sériés, coniques, à parois pourvues de perles cuticulaires. Stéréome péricyclique formant une mince bande à la périphérie du liber (dans la tige). . . . . *Eremophila maculata*.

β. Tige et feuilles pourvues de poils hérissés. Stéréome péricyclique formant autour du liber une cuirasse épaisse de plusieurs assises (dans la tige). . *Eremophila Brownii*.

γ. Tige et feuilles pourvues de poils rameux mais non hérissés. Stéréome péricyclique dans la tige presque comme dans l'espèce précédente. . . . . *Eremophila Duttonii*.

INDEX

Les noms de familles et leurs subdivisions sont imprimés en petites majuscules; les noms de genres et leurs subdivisions en caractères gras; les noms d'espèces et leurs subdivisions en caractères ordinaires. Tous les synonymes sont indistinctement imprimés en italiques.

ERRATA

Page 13, ligne 3 d'en haut, au lieu de : « chysoïdine », lire : « chrysoïdine ».
» 13, ligne 9 d'en haut, au lieu de : « *serralalum* », lire : « *serrulatum* ».
» 16. ligne 8 d'en haut, au lieu de : « *Flad*, *Flpd*, *Flpg*, *Flag* », lire : « *Fead*, *Fepd*, *Fepg*, *Feag* ».
» 19, ligne 9 d'en bas, au lieu de : « rejoint », lire : « rejoints ».
» 71, ligne 14 d'en haut, au lieu de : « *Dicrastyles* », lire : « *Dicrastyles* ».
» 83, lignes 14 et 16 d'en haut, ligne 2 d'en bas, au lieu de : « *Pokorny* », lire : « *Bokorny* ».
» 106, lignes 1, 2, 4, 8, 14 d'en bas, » » » »
» 107, ligne 13 d'en haut, » » » »
» 103, ligne 3 d'en bas, au lieu de : « IV », lire : « V ».
» 112, ligne 10 d'en bas, au lieu de : « Gynométrées », lire : « Cynométrées ».

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
Tome XXXII. 2me partie. — No 9.

NOTES

POUR SERVIR A L'ÉTUDE DES

ÉCHINODERMES

PAR

P. DE LORIOL

V

GENÈVE
IMPRIMERIE REY & MALAVALLON
1897

NOTES

POUR SERVIR A L'ÉTUDE DES

ÉCHINODERMES

V

Des matériaux intéressants, concernant l'étude des Echinodermes, m'étant parvenus depuis la publication du nº IV de ces notes dans la *Revue suisse de zoologie,* t. II, je suis heureux de profiter de l'hospitalité qui m'est accordée dans les *Mémoires* de la Société pour les faire connaître ici.

Mes observations porteront sur douze espèces.

Trois espèces d'Echinides recueillies dans les couches éocènes de l'Egypte par M. Ch. Mayer-Eymar, dont l'une appartient à un genre nouveau. Ce sont :

Euspatangus cairensis, P. de Loriol.
Fibularia Lorioli, Thomas et Gauthier.
Mistechinus Mayeri, P. de Loriol.

Huit espèces d'Astérides des mers actuelles :

Une de Ceylan :

Palmipes Sarasini, P. de Loriol.

Sept espèces rapportées par mon fils de l'île Vancouver, dont trois sont nouvelles; les autres n'avaient jamais été figurées. Ce sont :

Crossaster Vancouverensis, P. de Loriol.
Cribrella læviuscula, Stimpson.
Asterias Lütkeni, Stimpson.
Asterias conferta, Stimpson.
Asterias epichlora, Brandt.
Asterias Kœhleri, P. de Loriol.
Asterias Saanichensis, P. de Loriol.

Enfin, une espèce de CRINOÏDE recueillie par M. Gevrey dans l'étage néocomien de l'Isère :

Eugeniacrinus Gevreyi, P. de Loriol.

EUSPATANGUS CAIRENSIS, P. de Loriol. 1897.

(Pl. I, fig. 1.)

SYNONYMIE.

Euspatangus formosus, P. de Loriol, *pars*, 1880, Monogr. des Echinides des couches nummulitiques de l'Egypte, p. 136, pl. XI, fig. 4 (excl. fig. 2-3).

DIMENSIONS.

Longueur		44 à 50 mm.
Largeur, par rapport à la longueur		0,82 à 0,84
Hauteur, » » » »		0,32 à 0,36

Test ovale, déprimé, arrondi en avant et légèrement échancré sur le bord antérieur, rétréci en arrière et tronqué à l'extrémité postérieure. Face supérieure apla-

tie, faiblement convexe, un peu en forme de toit, assez fortement relevée dans l'aire interambulacraire postérieure impaire. Le sillon antérieur est fort large, mais peu profond ; il échancre légèrement le bord ; une carène mousse, mais bien marquée, le limite de chaque côté. La face inférieure est uniformément aplatie dans sa moitié antérieure, elle devient convexe sur le plastron et se relève très sensiblement à son extrémité postérieure, en faisant une forte saillie, avec trois petites protubérances. Sommet apical excentrique en avant, aux $^{44}/_{100}$ de la longueur. Pores génitaux très rapprochés, les deux postérieurs un peu plus écartés. Corps madréporiforme élargi et prolongé en arrière en forme de petit bouton. Les pores de l'ambulacre impair sont excessivement petits, disposés par paires écartées, visibles jusqu'au pourtour.

Ambulacres antérieurs pairs pas très longs, n'atteignant pas le pourtour, étroits, presque transverses, un peu arqués et dirigés en avant vers leur extrémité ; on compte 21 à 26 paires de pores par zone porifère, plus une ou deux atrophiées près du sommet. Les zones porifères sont étroites, relativement ; l'espace interporifère n'est pas plus large que l'une des deux ; les pores sont unis par un profond sillon. Les ambulacres postérieurs sont beaucoup moins divergents et plus longs que les antérieurs, mais la différence est faible. On compte, pour chaque zone porifère, 26 à 28 paires de pores, plus une ou deux atrophiées, au sommet.

Péristome très éloigné du bord, sa lèvre postérieure se trouve au $^{37}/_{100}$ de la longueur de l'oursin.

Périprocte très grand, ovale, acuminé aux deux extrémités, occupant la plus grande partie de la face postérieure.

Tubercules principaux inégaux, relativement peu abondants ; dans les aires postérieures paires il y en a une vingtaine disposés sur deux séries coudées, très irrégulières, et deux ou trois isolés ; dans les aires antérieures paires on n'en compte qu'une dizaine à peine sériés. En dedans du fasciole les tubercules secondaires sont assez rares, inégaux, épars, un peu plus développés le long du sillon antérieur. Les granules intermédiaires sont grossiers et abondants. En dehors du fasciole, sur le pourtour, les tubercules sont très petits et homogènes montrant une tendance à s'aligner. A la face inférieure, ils se trouvent notablement plus développés et écartés. Les aires ambulacraires postérieures paires sont très larges à la face inférieure et sans tubercules, les sutures ne sont pas visibles. Quelques petits tubercules sur le sternum qui est un peu renflé et très allongé. La

région tuberculeuse du plastron forme un triangle peu étendu s'avançant jusqu'au fasciole sous-anal.

Fasciole péripétale étroit, mais bien apparent; il touche l'extrémité des ambulacres postérieurs et se voit en entier lorsqu'on regarde la face supérieure. Fasciole sous-anal formant un anneau entre la saillie terminale du plastron et l'extrémité du périprocte.

Rapports et différences. Dans un précédent mémoire (loc. cit.), j'ai confondu cette espèce, dont je n'avais qu'un seul exemplaire, avec mon *Eusp. formosus.* Depuis lors M. C. Mayer en a rapporté d'Egypte d'autres individus, et j'ai reconnu qu'ils appartiennent en réalité à une espèce différente, dont les caractères sont constants. Elle se distingue de l'*Eusp. formosus* par son ensemble plus déprimé, sa face supérieure moins convexe, son sillon antérieur un peu plus marqué ; la zone interporifère des ambulaires est notablement plus étroite, égalant à peine en largeur l'une des zones porifères ; ses ambulacres pairs sont plus égaux, les postérieurs étant relativement moins longs, son fasciole est plus éloigné du pourtour, et, enfin, son plastron est plus relevé à son extrémité, et ses tubercules principaux sont moins abondants ; on peut ajouter que la taille est plus faible. J'avais précédemment réuni à l'*Eusp. formosus*, l'*Eusp. multituberculatus* Dames, du Vicentin, je ne le connais pas en nature, mais un nouvel examen de la description et des figures ne me fait pas changer d'opinion et, pour les mêmes raisons, je le regarde comme distinct de l'*Eusp. cairensis.* M. Dames n'a pas donné de figure du profil, mais on voit par la description qu'il est élevé (la hauteur égale 0,42 de la longueur), et que la face supérieure est régulièrement convexe comme dans l'*Eusp. formosus.*

Localité. Ouadi-el-Tih, près du Caire. Eocène (Parisien).

Fibularia Lorioli, Thomas et Gauthier.

SYNONYMIE.

Fibularia Lorioli. Thomas et Gauthier, 1889, Description des Echinides fossiles de la Tunisie, p. 102, pl. VI, fig. 17-21.

Id. Cotteau, 1892, Paléontologie française, T. tertiaires. Eocène II, p. 391, pl. 295, fig. 7-14.

Quelques exemplaires, présentant fort exactement tous les caractères de cette espèce, et lui appartenant certainement, ont été recueillis par M. Charles Mayer dans les couches éocènes du Mokattan près du Caire, et il est intéressant de pouvoir signaler, en Egypte, la présence de ce *Fibularia* caractéristique, dont le type provient de la Tunisie.

Je n'ai rien à changer aux descriptions parfaitement exactes qui ont été données de l'espèce, j'ajouterai seulement que sa hauteur proportionnelle peut varier d'une manière très sensible et, partant, la forme devenir subglobuleuse. Dans les exemplaires types, la hauteur proportionnelle est de 0,61 à 0,66 de la longueur; dans l'un des individus d'Egypte que j'ai sous les yeux, la hauteur égale, comme dans ceux-ci, 0,66 de la longueur, dans un autre elle atteint 0,81 de la longueur.

Les différences qui séparent le *Fibularia Lorioli* du *Fibularia subglobosa* du crétacé supérieur de Maestricht, sont plus importantes que ne le supposaient les auteurs qui ont décrit le premier. J'ai sous les yeux un exemplaire très bien conservé du *Fib. subglobosa ;* sa forme n'est pas aussi rétrécie en avant que ne semble l'indiquer la figure donnée par Goldfuss, mais ses ambulacres sont parfaitement semblables. Je puis les observer avec la plus grande netteté. Tous les cinq sont courts et à peu près égaux en longueur ; l'espace interporifère est à peine aussi large que l'une des zones porifères, et cela dans l'antérieur impair comme dans les autres. Les cinq ambulacres comptent chacun six paires de pores dans chaque zone porifère, et la dernière seulement est oblique; ces pores sont bien ouverts et relativement très apparents. Dans la figure de l'ouvrage de Goldfuss, copiée par Desor dans le Synopsis, les pores n'ont pas été placés avec une exactitude rigoureuse, mais le caractère des ambulacres est très bien rendu. Il est facile de se convaincre de la grande différence qui existe entre ce système ambulacraire et celui du *Fibularia Lorioli;* dans celui-ci l'espace interporifère est, en général, beaucoup plus large, et celui de l'ambulacre impair encore plus large que celui des autres; de plus ses zones porifères comptent dix et même onze paires de pores plus petits, dont les trois dernières au moins sont très obliques. Le péristome et le périprocte sont plus ouverts dans le *Fib. subglobosa*, dont les dimensions proportionnelles sont, par contre, à peu près les mêmes. Le système ambulacraire du *Fibularia ovulum* Lamk. des mers actuelles, se rapproche davantage de celui du *Fib. subglobosa* que de celui du *Fib. Lorioli.* Il arrive parfois, dans cette espèce vivante, comme dans les espèces fossiles, que, dans certaines paires de pores, l'un des

deux est complètement atrophié. Cotteau (loc. cit.) pensait que le *Fib. Lorioli* pourrait n'être qu'une variété du *Thagastea Wetterlei*, Pomel, mais, après un examen attentif, je dois me ranger à l'opinion de M. Gauthier qui a démontré très clairement (loc. cit.) que les espèces sont différentes.

Mes recherches ne m'ont fait connaître que cinq espèces de *Fibularia :*

1° *Fibularia ovulum*, Lamarck, des mers actuelles, auquel on réunit comme synonymes beaucoup d'espèces créées par divers auteurs, entre autres le *Fib. craniolaris* et le *Fib. trigona*, Lk.

2° *Fibularia volva*, Ag., dont le *Fib. oblonga*, Gray, est regardé comme synonyme.

3° *Fibularia gregata*, Tate, des couches éocènes d'Australie. M. Tate regarde le *Fibularia Tatei*, Bittner, comme n'étant qu'une variété de son *Fib. gregata*, espèce très abondante et très polymorphe.

4° *Fibularia Lorioli*, Thomas et Gauthier, des couches éocènes de Tunisie et d'Egypte.

5° *Fibularia subglobosa*, Goldfuss, du danien de Maestricht.

Le *Fibularia australis*, Desmoulins, est le type du genre *Mortonia*, Gray (*non* Desor), qui n'est pas généralement adopté. Je ne connais pas l'espèce en nature, mais, d'après les descriptions et les figures données, la validité de ce genre me paraît parfaitement probable.

Il m'est impossible de me ranger à la manière de voir de M. Lambert qui, se basant sur l'ouvrage de Van Phelsum, envisage les *Echinocyamus* comme devant porter le nom de *Fibularia*, tandis que les *Fibularia* prendraient celui d'*Echinocyamus*. Je pense avec Cotteau (Pal. fr., Echinides éocènes, p. 351), que ces questions d'antériorité poussées aussi loin, et presque toujours douteuses lorsqu'il s'agit de très anciens auteurs comme Van Phelsum, n'ont pas une grande utilité, et que les conséquences de ces recherches, si elles étaient admises, n'auraient d'autre portée que d'augmenter la confusion de la synonymie déjà bien assez grande dans bon nombre de cas.

Genre **Mistechinus**, P. de Loriol. 1897.

Test circulaire, élevé. Zones porifères droites. Pores disposés par simples paires régulièrement superposées depuis le sommet jusqu'à l'ambitus près duquel la série

perd sa régularité, les paires de pores se groupant brusquement en petits arcs de trois paires, qui deviennent toujours plus transverses en approchant du péristome. Aires ambulacraires étroites, avec deux rangées de tubercules crénelés et imperforés. Aires interambulacraires garnies d'une double série de tubercules fortement mamelonnés, également imperforés, et fortement crénelés; la zone miliaire est en partie lisse. Péristome circulaire, assez profondément entaillé. Appareil apical inconnu.

Rapports et différences. Le genre *Mistechinus* se distingue des *Micropsis* et des genres voisins par la singulière disposition des paires de pores dans les zones porifères, d'abord directement superposées, elles se groupent ensuite en petits arcs transverses de trois paires, parfaitement semblables à ceux des zones porifères du genre *Echinus*. Dans l'unique espèce connue jusqu'ici, les tubercules des aires ambulacraires disparaissent à la face inférieure, ce qui lui donne un aspect très particulier, mais il se peut que ce ne soit là qu'un caractère spécifique.

Mistechinus Mayeri, P. de Loriol. 1897.

(Pl. I (XVI), fig. 2, 3.)

DIMENSIONS.

Diamètre	16 à 19 mm.
Hauteur, par rapport au diamètre	0,60

Test circulaire, élevé, faiblement renflé au pourtour, très enfoncé à la face inférieure autour du péristome.

Zones porifères à fleur du test, parfaitement droites, dès l'appareil apical jusqu'à l'ambitus, et composées de paires de pores rapprochées; chacune est entourée d'un léger rebord saillant, et un gros granule sépare les deux pores. A l'ambitus cet arrangement simple cesse brusquement et les paires de pores se groupent en petits arcs de trois paires bien définis et devenant plus transverses et plus écartés en approchant du péristome.

Aires ambulacraires peu élargies à l'ambitus; elles portent deux rangées de tubercules saillants, fortement mamelonnés, imperforés, fortement crénelés, non scrobiculés; on en compte onze à douze, bien définis, dans chaque série. Près de l'appareil apical ces tubercules diminuent brusquement et les derniers ne sont plus que de simples granules. A la face inférieure il en est de même, les tubercules n'ont plus que l'apparence de gros granules qui sont accompagnés d'autres granules semblables, nombreux, et un peu plus petits, qui remplissent toute l'aire, de même que les intervalles entre les arcs de paires de pores; il en résulte une surface presque uniformément granuleuse très particulière. Une double série de granules arrondis et un peu inégaux remplit le milieu de l'aire et quelques-uns se montrent entre les tubercules; au-dessus de l'ambitus, ils deviennent beaucoup plus rares et ils laissent un petit espace lisse au milieu de l'aire.

Aires interambulacraires peu élargies au milieu de la hauteur, garnies de deux séries de tubercules semblables à ceux des aires ambulacraires, mais notablement plus développés; on en compte treize à quatorze par série; ils ne diminuent que très graduellement, soit à la face supérieure, soit à l'inférieure. Les deux séries demeurent à peu près parallèles jusqu'auprès du péristome. Les granules sont rares; ils sont disposés en demi-cercle de chaque côté des tubercules, quelques-uns sont un peu plus développés que les autres; le reste de la zone miliaire est tout à fait lisse; au-dessous de l'ambitus, on en voit un petit nombre, au milieu de l'aire, et de chaque côté, le long des zones porifères, qui sont mamelonnés et ont l'apparence de très petits tubercules secondaires.

Péristome relativement petit, très enfoncé, nettement entaillé, avec les entailles légèrement marginées; son diamètre égale 0,35 de celui de l'oursin.

Appareil apical détruit. L'espace qu'il occupait est peu étendu et très anguleux au pourtour.

Radioles. Quelques petits radioles se trouvent dans la gangue autour des tests auxquels ils appartenaient sûrement. La tige est lisse et cylindrique; l'anneau très saillant.

LOCALITÉ. Oasis de Moëleh, à 50 kil. au sud du Fajoum. Etage Parisien. Rapporté par M. Ch. Mayer.

Palmipes Sarasini, P. de Loriol. 1897.

(Pl. I (XVI), fig. 4.)

DIMENSIONS.

R = 15 à 19 mm.; r — 10 à 13 mm.; R = 1 ½ à 2 r.

Corps pentagonal, mince, déprimé; le disque est convexe, mais peu élevé. Cinq bras courts, très larges, arrondis à l'extrémité; l'arc interradial est arrondi, à peine anguleux. Les plaques de la face dorsale sont un peu renflées, arrondies, imbriquées, sériées en chevrons; elles grossissent graduellement, à partir du pourtour, vers le centre du disque, autour duquel elles sont assez grandes et un peu cordiformes. Ces plaques sont très finement granuleuses et portent au centre un faisceau de 2 à 5 très petits piquants hyalins cylindriques. On compte sur chaque rayon onze séries de pores, une sur la ligne médiane et cinq de chaque côté; la ligne médiane seule arrive jusqu'à une faible distance de l'extrémité du bras, les deux voisines, de chaque côté, ne sont guère moins longues; les autres disparaissent graduellement, les deux externes ne comptent que cinq ou six pores. Les plaques, dans ces séries, sont échancrées sur le bord proximal pour l'orifice du pore, ce qui leur donne une apparence un peu cordiforme. Les pores ne paraissent pas différer sensiblement de diamètre; le bord de la plaque porifère porte, autour du pore, une série de très petits piquants pellucides très fugaces. Les plaques marginales, rectangulaires et très petites, sont couvertes de piquants extrêmement petits, cylindriques, dont la longueur ne dépasse pas ⅓ de millimètre. Le sillon ambulacraire est étroit, avec deux séries régulières de tubes ambulacraires. Les plaques adambulacraires portent, le long du sillon, 7 piquants disposés en éventail et réunis par une membrane; ils sont courts, cylindriques et inégaux, le plus court est sur le bord adoral, ceux du milieu sont les plus longs, en dehors se trouve encore, séparée par quelque espace, une série de cinq et même six piquants semblables, mais plus petits, également disposés en éventail, et unis par une membrane; cette se-

conde série n'est bien caractérisée que près de la base des rayons. Les dents portent de chaque côté 9 piquants inégaux, les plus longs, à l'extrémité, s'avancent dans le péristome ; on ne distingue que leur sommet, car ils sont unis par une membrane sur la plus grande partie de leur longueur; on voit, par transparence, que les terminaux sont relativement très longs. En arrière, vers l'origine des deux plaques dentaires, où la suture est visible, se trouve, de chaque côté, un éventail de quelques piquants très petits. Les plaques ventrales sont petites, renflées, et armées de 4 ou 5 petits piquants formant un petit faisceau médian. Elles sont disposées en séries chevronnantes, sauf vers le bord, où elles forment de courtes séries verticales. Orifice anal au centre du disque, entouré de petites plaques. Plaque madréporique très petite, triangulaire, située très près du périprocte.

Dans le plus petit exemplaire, la granulation est très forte sur la face dorsale, et paraît remplacer les piquants. Les piquants des plaques ambulacraires sont un peu moins nombreux, le nombre des rangées de pores reste le même.

Rapports et différences. Cette petite espèce est voisine du *Palmipes pellucidus*, Alcock, qui atteint une taille beaucoup plus forte ; elle s'en distingue par ses séries de pores beaucoup plus nombreuses, onze au lieu de quatre, par ses pores paraissant à peu près égaux, par ses plaques adambulacraires portant plus de piquants dans chacune des deux séries, ses plaques ventrales portant un faisceau central de quatre piquants et non deux séries, puis par les piquants des dents plus nombreux. De plus, le disque n'est ni foliacé, ni membraneux, ni semi-transparent.

Localité. Trincomalie (Ceylan). J'en connais quatre exemplaires semblables. J'ai dédié cette espèce aux savants explorateurs de Ceylan, MM. Paul et Frédéric Sarasin.

Crossaster Vancouverensis, P. de Loriol. 1897.

(Pl. I (XVI), fig. 5.)

DIMENSIONS.

R = 182 mm.; r = 33 mm.; R = 5 ½ r.

Disque probablement convexe et un peu renflé, couvert, ainsi que les bras, de pseudopaxilles, de petits groupes de trois ou cinq piquants, très grêles, très petits,

mesurant à peine un millimètre de longueur, portés chacun par un ossicule. Les aires porifères sont de faible étendue; je ne puis distinguer nettement le nombre des pores qu'elles renferment.

Dix bras très longs, grêles, étroits; à leur naissance ils n'ont que 20 à 22 mm. de largeur, et ce n'est que très graduellement et régulièrement qu'ils se rétrécissent jusqu'à l'extrémité. Leur longueur atteint 165 mm., soit huit fois leur largeur à la base. Ils sont, du reste, d'une longueur variable dans un même individu, le plus court, dans celui que je décris, a 113 mm. Leur face dorsale, assez fortement convexe, est couverte de pseudopaxilles semblables à celles du disque. La face ventrale est bordée, de chaque côté, par une série de plaques marginales arrondies, assez redressées, armées sur leur bord d'une série de 8 à 10 piquants égaux, grêles, cylindriques, acuminés, de 1 à 1 $^1/_2$ mm. de longueur. Viennent ensuite les plaques adambulacraires étroites, transverses, qui portent, dans l'intérieur du sillon, deux piquants coniques très petits et écartés, puis une série externe transverse, très régulière, de 9 à 11 piquants égaux, ou presque égaux, de près de 2 mm. de longueur environ, cylindriques, grêles, acuminés à l'extrémité. Dents assez prolongées dans le péristome; elles portent de chaque côté quatre à cinq petits piquants et, à l'extrémité, six piquants environ, deux ou trois fois plus longs, cylindriques, égaux, serrés, formant un éventail. Les triangles interradiaux de la face ventrale du disque sont relativement peu étendus, couverts de pseudopaxilles, et limités en dehors par une série de plaques marginales semblables à celles qui bordent les bras.

Une seule plaque madréporique, peu étendue; elle est située plus près du centre du disque que de son bord, ses sillons sont fins et très nombreux, et elle porte quelques petits tubercules arrondis, munis de petits piquants.

Couleur rouge très foncé avec une large bande brun foncé très tranchée, partant du centre du disque et courant sur la face dorsale des bras jusqu'à leur extrémité.

Rapports et différences. Indépendamment d'autres caractères, l'espèce que je viens de décrire se distingue de celles qui sont déjà connues, et, en particulier, du *Crossaster australis*, Perrier, par la longueur extraordinaire de ses bras.

Localité. Saanich Inlet, île de Vancouver. Recueillie par mon fils, Pierre de Loriol.

Cribrella læviuscula, Stimpson.

(Pl. II (XVII), fig. 2.)

SYNONYMIE.

Linckia læviuscula, Stimpson, 1857, The Crustacea and Echinodermata of the Pacific Shores of North-America, p. 89. (Journal of the Boston Society of nat. Hist., vol. VI).
Cribrella læviuscula, Sladen, 1889, Voyage of the Challenger, Asteroidea, p. 542 et 806.

DIMENSIONS.

R = 43 mm.; r = 7 mm.; R = 6 r.

Disque relativement petit, convexe. Cinq bras longs, étroits, non renflés à leur base, très graduellement rétrécis et effilés, fortement convexes sur leur face dorsale ; leur largeur à la base est de 8 mm. Tout le squelette de la face dorsale est formé de petits ossicules irréguliers, les uns allongés, d'autres cordiformes, d'autres plus ou moins arrondis, disposés sans aucune régularité. Ceux du centre du disque sont les plus grands et aussi les plus écartés, laissant entre eux des areas porifères qui paraissent contenir deux ou trois pores ; vers l'extrémité des bras, les ossicules sont beaucoup plus serrés, plus petits, généralement arrondis ou un peu anguleux, et ne laissent que rarement un petit intervalle où se trouvait un seul pore. Ces ossicules sont recouverts de granules allongés, très petits, extrêmement serrés et très fugaces. Sur la face ventrale, les ossicules sont plus quadrangulaires et forment, à la base des bras de chaque côté, quatre séries parfaitement régulières, entièrement couvertes, également, de petits granules allongés et très serrés. Le sillon ambulacraire est très étroit. Les plaques adambulacraires portent, dans l'intérieur du sillon, un seul piquant très grêle et aciculé et, en dehors, sept à huit piquants plus longs, cylindriques, obtus et finement striés. Plaque madréporique très petite, peu apparente, située assez près du centre du disque.

Rapports et différences. L'exemplaire que je viens de décrire correspond très bien à la description, malheureusement un peu trop brève, que Stimpson a donnée

de son *Linckia læviuscula*, qui est bien un *Cribrella*, ainsi que M. Sladen l'a jugé, et je ne pense pas me tromper en le lui rapportant. Stimpson dit que les paxilles qui couvrent la face supérieure sont uniformes ; cela peut s'entendre de leur apparence lorsqu'ils sont entièrement recouverts de leurs granules, mais, lorsque ceux-ci sont écartés, on voit que, en réalité, les ossicules sont de forme assez variée.

Comme l'espèce n'a pas été figurée, il m'a paru utile de la faire dessiner d'après un exemplaire provenant des mêmes parages que le type. Voisin de forme et de proportions du *Cribrella antillarum*, Perrier, le *C. læviuscula* s'en distingue par l'armature différente de ses plaques adambulacraires et par ses plaques ventrales très régulièrement disposées en séries, et moins nombreuses.

Localité. Saanich Inlet, île de Vancouver. Recueilli par mon fils, Pierre de Loriol.

Asterias Lutkeni, Stimpson.

(Pl. II (XVII), fig. 1.)

SYNONYMIE.

Asterias Lutkeni, Stimpson, 1873, On new Gen. and Spec. of the Family of Pycnopodideæ Proceed. Boston Soc. of nat. Hist., vol. VIII, p. 265.
Id. Ed. Perrier, 1875, Revision des Stéllérides du Museum, p. 70.
Id. Jeffrey Bell, 1881, On the Genus Asterias, Proc. Zool. Soc. London, 1881, p. 495.
Id. P. Sladen, 1889, Report of the Voyage of the Challenger, Asteroidea, p. 566 et 824.

DIMENSIONS.

R = 88 à 197 mm. ; r = 20 à 53 mm.; R = 3,75 à 4,25 r.

J'ai sous les yeux trois exemplaires qui me paraissent pouvoir être rapportés avec certitude à cette espèce. L'un est de petite taille, un second atteint de grandes dimensions, le troisième est intermédiaire. Ils ont, du reste, à peu près les mêmes proportions, et présentent les mêmes caractères qui correspondent parfaitement à ceux qui sont attribués par Stimpson à l'*Asterias Lutkeni*. Le plus grand exemplaire

a le disque relativement un peu plus grand que les autres, mais il est, du reste, identique.

Disque plus ou moins élevé et renflé. Les bras, au nombre de cinq, sont larges à la base, assez rapidement effilés, et obtus à l'extrémité. Le réseau squelettique de la face dorsale est plus ou moins apparent, à cause du plus ou moins d'épaisseur du derme. Les mailles sont relativement grandes et les trabécules étroits. Piquants rares, écartés, épars, formant çà et là de vagues séries rayonnantes, plus ou moins vite interrompues. Cependant, de chaque côté des bras, une série marginale est à peu près régulière et va jusqu'à l'extrémité. Ces piquants sont singulièrement courts, car, dans le plus grand exemplaire, les plus longs, sur la rangée marginale, atteignent à peine 3 mm. ; les autres sont encore un peu plus courts ; ils sont, en général, coniques, obtus, parfois un peu renflés au milieu, fortement striés et souvent un peu étranglés vers l'extrémité ; leur base est entourée d'un cercle de très petits pédicellaires croisés. Des pédicellaires droits, qui peuvent arriver à une longueur de 1 mm., se voient, plus ou moins nombreux, un peu partout, sur la surface. Un large sillon latéral lisse sépare de chaque côté la face dorsale de la face ventrale, et la réunion de deux de ces sillons collatéraux produit, sur la face ventrale, à l'angle de chaque arc interbrachial, un espace lisse assez étendu sur lequel ne se voient que quelques pédicellaires. On compte, sur la face ventrale, quatre rangées de piquants assez régulières; ils sont assez longs (15 mm. au maximum), épais, obtus, à peu près égaux entre eux, fortement cannelés au sommet, du côté interne, et marqués, sur leur face externe, d'un sillon médian court et profond, ressemblant à une sorte de cuilleron. Ils sont entourés d'un paquet de petits pédicellaires croisés. Çà et là se montre parmi les piquants un gros pédicellaire droit. Souvent, une partie des piquants de la rangée externe sont accolés deux à deux. Les piquants ambulacraires sont de même longueur ou un peu plus longs, égaux entre eux, grêles, insensiblement effilés, mais obtus à l'extrémité ; ils sont disposés sur une seule série très régulière. Les pièces dentaires ont, de chaque côté, 5 à 6 piquants notablement plus longs que les autres piquants ambulacraires; en arrière de ces pièces, un triangle tout à fait lisse sépare la série de piquants ambulacraires afférente à chaque sillon. Aucun piquant particulier au centre du disque ; ils se montrent, au contraire, particulièrement petits dans cette région. Plaque madréporique oblongue, saillante, très finement sillonnée, un peu plus rapprochée du centre du disque que du bord.

Couleur à l'état vivant : rouge vermillon ou rose tendre.

Rapports et différences. On retrouvera dans la description que je viens de donner les caractères attribués par Stimpson à l'*Asterias Lutkeni*, seulement il dit qu'on ne voit pas de gros pédicellaires (*no major pedicellariæ*) entre les piquants dorsaux, et il explique, dans une note, qu'il entend par ce terme *major* des pédicellaires *sessiles;* je pense que ce sont les pédicellaires droits. Or, j'en trouve un grand nombre sur le plus grand exemplaire, moins sur l'intermédiaire, et point sur le plus petit. L'exemplaire type de Stimpson avait une taille un peu inférieure à celle de mon plus grand. Sans m'expliquer cette différence, je ne la crois pas, à elle seule, suffisante pour motiver une séparation d'espèce.

L'*A. paucispina*, Stimpson, a des proportions à peu près semblables, mais il diffère par ses piquants ventraux renflés au sommet et ne formant que trois rangées, par les piquants de la face dorsale de même taille que ceux de la face ventrale (donc beaucoup plus longs que dans l'*A. Lutkeni*), tronqués, et formant cinq séries régulières, puis par la présence sur le disque d'un pentagone de 10 piquants avec un central, renfermant la plaque madréporique.

Localité. Saanich Inlet, île de Vancouver. Exemplaires recueillis par mon fils, Pierre de Loriol.

Asterias conferta, Stimpson.

(Pl. III (XVIII), fig. 1.)

SYNONYMIE.

Asterias conferta, Stimpson, 1862, On new genera and species of Starfishes of the family of Pycnopodidæ, Proceed. Boston Soc. nat. Hist., v. 8, p. 263.
Id. Ed. Perrier, 1875, Révision des Stéllérides du Museum, p. 71.
Id. Jeffrey Bell, 1881, On the genus Asterias, Proc. Zool. Soc. London, 1881, p. 494.
Id. Sladen, 1889, Reports on the Sc. Results of the Voyage of the Challenger, Asteroidea, p. 820.

DIMENSIONS

R = 92 à 125 mm.; r = 26 à 30 mm; R = 3,52 à 4 r.

Disque assez grand, plus ou moins convexe. Cinq bras épais, élargis à la base, convexes sur la face dorsale et graduellement effilés, arrondis à l'extrémité. Le

squelette de la face dorsale est réticulé, à mailles serrées ; les trabécules, plus ou moins étroits, sont uniformément couverts de piquants très courts, cylindriques, parfois pointus, parfois obtus à l'extrémité, rarement épaissis ou tronqués ; leur sommet est, le plus souvent, fortement strié ; les plus grands ne dépassent guère 1 mm. de longueur ; ils paraissent ainsi former un groupement réticulé ayant une apparence plus ou moins régulière, mais toujours délicate, à cause de la brièveté et du faible diamètre des piquants. Des pédicellaires croisés, très petits et très nombreux, couvrent le reste de la surface ; avec eux se montrent aussi des pédicellaires droits, plus nombreux dans certains individus que dans d'autres. Le sillon latéral, qui sépare ordinairement la face dorsale de la face ventrale, n'est que vaguement indiqué ; il est très rapproché de celle-ci et n'est pas limité par une série de piquants marginaux. Les piquants de la face ventrale sont nombreux, serrés, disposés vers la base des bras sur cinq ou six rangées plus ou moins régulières, dont quatre se maintiennent jusqu'à l'extrémité des bras. Ces piquants sont très courts, ne dépassant pas 2 mm. de longueur, mais relativement épais et un peu aplatis sur leur face externe parfois marquée d'un court sillon. Leur sommet n'est ni épaissi, ni tronqué, mais conique ou arrondi et finement strié ; ils portent de nombreux pédicellaires croisés. Les piquants ambulacraires sont régulièrement disposés sur une seule rangée, grêles, subcylindriques, un peu aplatis, un peu acuminés et obtus à l'extrémité. Tout près du péristome les plaques adambulacraires sont plus élargies, un peu elliptiques et imbriquées ; les dents sont courtes et portent deux piquants internes et deux de chaque côté, plutôt plus courts que les piquants ambulacraires.

Plaque madréporique rapprochée du centre du disque, oblongue, épaisse, très finement striée, nullement entourée de piquants spéciaux.

Je ne distingue pas nettement si les tubes ambulacraires forment six rangées à la base des sillons, en tout cas, ils se réduisent très promptement à quatre rangées. Stimpson ne connaissait qu'un seul exemplaire de grande taille, de 250 mm. de diamètre total.

Couleur : bleu à l'état vivant, puis rouge foncé.

Rapports et différences. Les quatre exemplaires que j'ai examinés correspondent parfaitement à la description donnée par Stimpson d'après un exemplaire recueilli dans les mêmes parages ; je ne saurais trouver aucune différence ; ils ne varient guère entre eux, sauf quant à l'abondance relative des pédicellaires droits sur

la face dorsale ; sur les uns ils sont assez abondants, sur d'autres ils sont rares. Le type de Stimpson en portait un grand nombre. Ils sont, comme l'indique Stimpson, courts, épais et un peu cunéiformes.

Localité. Saanich Inlet, île de Vancouver. Exemplaires recueillis par mon fils, Pierre de Loriol.

Sous genre DIPLASTERIAS

Espèces du genre *Asterias* avec deux rangées de piquants ambulacraires.

Asterias epichlora, Brandt.

(Pl. III (XVIII), fig. 2).

SYNONYMIE

Asterias epichlora, Brandt, 1835, Prodr. descr. animal. a Mertensio Obs., p. 70.
Id. Stimpson, 1857, The Crust. and Echinod. of the Pacific Shores of North-America, p. 88 (Journal Boston Soc. nat. hist., vol. VI).
Id. Perrier, 1875, Stellérides du Museum de Paris, p. 67.
Id. J. Bell, 1881, The spec. of the genus Asterias, Proc. Zool. Soc. London, 1881, p. 495 et passim.
Id. P. Sladen, 1889, Voyage of the Challenger, Asteroidea, p. 809.

DIMENSIONS.

R = 98 à 160 mm. ; r = 14 à 23 mm. ; R = 7 r.

Disque de faible diamètre, convexe. Cinq bras grêles, très allongés, convexes mais déprimés sur la face dorsale, ni resserrés ni renflés à la base, très graduellement rétrécis et effilés à l'extrémité. Leur largeur à la base, dans un exemplaire dont R = 140 mm. est de 24 mm. Le squelette de la face dorsale constitue un réseau à mailles serrées sans aucun alignement ; les trabécules sont couverts de petits piquants très courts, inégaux, épais, cylindriques, dont le sommet est large-

ment tronqué, ou aussi arrondi. La face dorsale paraît ainsi tout à fait réticulée. Les pédicellaires croisés se montrent peu abondants ; çà et là un pédicellaire droit. Sur les côtés latéraux des bras et sur la face ventrale on compte, dans les grands exemplaires, 5 à 6 rangées assez régulières de piquants relativement longs, cylindriques, épais, obtus, assez égaux entre eux ; la plupart portent une petite touffe de pédicellaires croisés.

Les plaques adambulacraires sont armées de deux piquants cylindriques, grêles, obtus, égaux entre eux, de même longueur que les piquants ventraux ; ils supportent de nombreux pédicellaires. Les dents sont munies, à leur extrémité dans le péristome, de quatre piquants dont les deux médians sont bien plus longs ; de chaque côté se trouvent ensuite quatre piquants plus longs et redressés.

Quatre rangées de tubes ambulacraires. Plaque madréporique discoïde, très finement sillonnée, située près du centre du disque.

Couleur rouge avec les piquants plus clairs.

Rapports et différences. Les quatre exemplaires que j'ai sous les yeux me paraissent appartenir certainement à l'*Asterias epichlora*, Brandt, dont le type provenait de Sitka, et qui n'a pas encore été figuré ni décrit d'une manière complète. Ces exemplaires sont notablement plus grands que ce type, dont le disque n'avait qu'*un pouce de diamètre*, la longueur des bras étant de 3 pouces, mais la proportion était la même $R = 7$ r, Brandt dit seulement ceci : « le disque est médiocre, subdéprimé, les cinq bras sont coniques, subdéprimés, inégaux de longueur. La face dorsale est verdâtre avec des piquants dont le sommet forme une tête, disposés en réseau, blancs, plutôt serrés. Face ventrale rose pâle ». Stimpson ne donne pas de description, il se borne à dire que les bras sont grêles et que l'espèce atteint parfois un pied de diamètre. Loc. Puget Sound. D'après la formule donnée pour l'espèce par Bell, 2' *at r'*, l'espèce serait diplacanthide à cinq bras, avec la plaque madréporique non entourée de piquants, et des piquants courts et obtus. Je n'ai pas pu trouver d'autres renseignements, mais, comme ils concordent très bien avec mes exemplaires provenant des mêmes parages, je ne pense pas me tromper en les rapportant à l'*A. epichlora*, et il m'a paru utile d'en donner une description un peu plus complète et une figure. Stimpson a décrit, sous le nom de *A. Troscheli*, une espèce diplacanthide de Puget Sound qu'il dit voisine de l'*A. epichlora ;* ses proportions sont les mêmes, mais elle en diffère par les piquants de la face ventrale qui sont sur quatre rangées, plus *grêles*, *aigus* et *plus longs* que les piquants ambula-

craires, les piquants de la face dorsale sont de deux sortes, les uns volumineux, peu nombreux, plus courts, mais plus épais que les ventraux, formant une rangée radiale de 25 piquants sur le disque et, au centre, un pentagone avec un piquant au milieu, les autres sont petits, grêles et tronqués. Les deux espèces sont donc certainement distinctes ; je n'ai pas vu l'*A. Troscheli* en nature. L'*Ast. conferta,* Stimpson, qui vit avec l'*A. epichlora,* et dont la face dorsale est couverte de piquants analogues, disposés en réseau, se distingue de suite par ses piquants ambulacraires sur une seule série, ses bras larges à la base et bien moins longs, sa face dorsale plus régulièrement réticulée, etc.

LOCALITÉ. Saanich Inlet, île de Vancouver. Exemplaires recueillis par mon fils, Pierre de Loriol.

ASTERIAS KŒHLERI, P. de Loriol. 1897.

(Pl. III (XVIII), fig. 3.)

DIMENSIONS.

R = 97 mm.; r = 10 mm.; R = 9,7 r.

Disque extrêmement petit. Cinq bras très longs, relativement grêles, étroits, convexes ; ils ne sont ni rétrécis ni renflés à leur base, mais ils se rétrécissent et s'effilent très graduellement jusqu'à leur extrémité. Le squelette de la face dorsale paraît composé de petits ossicules lisses, inégaux, les uns fort petits, arrondis et irréguliers, les autres plus grands et comme trilobés, ces derniers seuls portent un piquant central de 2 à 2 $^1/_2$ mm., cylindrique, arrondi au sommet, près duquel il est profondément strié et même cannelé. Ces piquants sont écartés, disposés sans ordre. Les aires porifères, que les ossicules laissent entre eux, sont très nombreuses ; je ne puis compter le nombre des pores qu'elles renferment. De très petits pédicellaires croisés, peu abondants, sont attachés aux piquants. Çà et là se montre un pédicellaire droit, les plus grands peuvent atteindre 1 mm. de longueur, leur pièce basilaire est arrondie et peu élevée, les mâchoires, très allongées, sont libres

sur une assez grande partie de leur longueur, les denticulations de l'extrémité sont assez profondes. Sur la face latérale des bras, un sillon assez large, sans piquants, avec quelques gros pédicellaires droits seulement, limite la face dorsale, mais n'est pas distinct jusqu'à l'extrémité des bras. Sur la face ventrale, les piquants s'alignent sur trois séries presque régulières, dans lesquelles ils sont plus serrés, plus épais et un peu plus longs que ceux de la face dorsale, mais du reste semblables, sauf que leur extrémité n'est pas striée dans la plupart d'entre eux ; ils portent de nombreux pédicellaires croisés. Les plaques adambulacraires, étroites et rectangulaires sont armées chacune de deux piquants cylindriques très grêles, obtus, beaucoup plus fins que ceux des ossicules du squelette. Les dents portent, tout à fait enfoncés dans le péristome, à l'extrémité de chacune des deux pièces dentaires, deux piquants plus faibles que les autres piquants ambulacraires, dont l'externe est plus court que l'autre, puis, à quelque distance, sur le bord, se trouvent deux autres piquants, notablement plus longs, mais toujours très grêles. Des pédicellaires droits, de grosseur inégale, se montrent assez nombreux sur la face ventrale et dans le sillon ambulacraire.

Quatre séries de tubes ambulacraires.

Plaque madréporique très petite, arrondie, rapprochée du centre, couverte de sillons extrêmement fins ; elle n'est point entourée d'un cercle de piquants.

Couleur ; rouge pourpre foncé.

Rapports et différences. Je ne connais aucune espèce diplacanthide avec laquelle celle-ci pourrait être confondue. Sa forme et ses proportions sont assez insolites et lui donnent de la ressemblance avec un *Echinaster*. Sous ce rapport, elle se rapproche de l'*Asterias fascicularis*, Ed. Perrier, de la Guadeloupe, mais elle en diffère complètement par l'arrangement de ses piquants qui paraissent aussi plus longs. Il en est de même de l'*Asterias Brandti*, J. Bell, du détroit de Magellan, dont les plaques squelettiques sont très granuleuses. On ne peut la confondre avec l'*Ast. tenera*, Stimpson, des côtes du Massachusset, ni avec l'*Asterias Troscheli*, Stimpson, qui vient des mêmes parages, de Puget Sound.

Localité. Saanich Inlet, île de Vancouver. Un exemplaire recueilli par mon fils, Pierre de Loriol.

Asterias Saanichensis, P. de Loriol. 1897.

(Pl. II (XVII), fig. 3.)

DIMENSIONS.

R = 35 à 62 mm.; r = 8 à 12 mm.; R = 4 ½ à 5 r.

Disque fort petit, convexe. Cinq bras allongés, convexes, resserrés à leur base immédiate, puis renflés et ensuite régulièrement et uniformément effilés. Le squelette de la face dorsale constitue un réseau dont les mailles, bien définies, sont autant d'areas porifères percées de pores multiples. Les trabécules sont garnis de très petits piquants cylindriques, isolés, écartés, inégaux ; quelques-uns de ces piquants, çà et là, mais principalement sur la ligne médiane des bras, sont remplacés par des piquants plus développés, quoique toujours très courts, souvent même à peine distincts à l'œil nu, arrondis, ayant la forme d'un globule sessile. Des pédicellaires isolés, extrêmement petits, assez nombreux, se montrent un peu partout. Sur les côtés des bras, le réseau devient brusquement beaucoup plus régulier, les trabécules sont droits et verticalement allongés, reliés par d'autres plus courts qui sont disposés en séries régulières allant de la base des bras jusque près de leur extrémité où l'alignement se perd, les mailles sont devenues presque régulièrement rectangulaires, et sur chaque point d'intersection se trouvent un ou deux piquants, notablement plus longs que ceux de la face dorsale, cylindriques et obtus ; ceux de la rangée qui limite la face dorsale sont ordinairement tronqués. Suivant la taille, on compte quatre ou cinq rangées de piquants semblables sur la face latérale et la face ventrale de chaque bras, jusqu'aux plaques adambulacraires. La plupart des piquants portent un paquet de très petits pédicellaires croisés.

Les plaques adambulacraires sont armées chacune de deux piquants cylindriques, grêles, obtus, dont la longueur atteint 2 mm. ; l'un d'eux s'avance sur le sillon, l'autre se dirige en dehors; sur presque tous se trouve aussi un paquet de très petits pédicellaires. Les dents portent d'abord, à leur extrémité, trois piquants courts, tout à fait dans le péristome ; l'un est plus court que les deux autres, puis,

en dehors, quatre ou cinq piquants grêles, un peu aciculés, plus longs que les piquants ambulacraires.

Plaque madréporique petite, arrondie, finement sillonnée, située très près du centre du disque : elle n'est point entourée de piquants spéciaux.

Couleur : jaune rougeâtre.

VARIATIONS. J'ai sous les yeux quelques exemplaires de cette espèce. Ils varient un peu dans leurs proportions, mais leurs caractères sont, du reste, identiques. On remarque seulement, dans les uns, une proportion de piquants globuleux sur la face dorsale plus forte que dans les autres, et les aires porifères sont un peu moins étendues dans certains exemplaires. De très jeunes individus dans lesquels R = 16 mm. présentent les mêmes caractères que les adultes, mais, sur la face dorsale, on remarque une série d'ossicules médiane, assez régulière, sur chaque bras, et il n'y a encore aucun piquant capitulé ; ces derniers apparaissent déjà dans un autre individu dont R = 20 mm.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. Parmi les espèces décrites du groupe des *Diplasterias* venues à ma connaissance, je n'ai su en trouver aucune pouvant être confondue avec celle-ci. Elle rappelle un peu, par sa forme, l'*Asterias arenicola*, Stimpson, des côtes de la Caroline, ou l'*Asterias fragilis*, Studer, de la Nouvelle-Zélande, mais l'ensemble de ses caractères est tout différent.

LOCALITÉ. Saanich Inlet, île de Vancouver. Exemplaires recueillis par mon fils, Pierre de Loriol.

EUGENIACRINUS GEVREYSI, P. de Loriol. 1897.

(Pl. III (XVIII), fig. 4-8.)

DIMENSIONS.

Diamètre du calice	6 à 10 mm.
Hauteur du calice dans le premier anneau radial par rapport au diamètre	0,55 à 0,71
Diamètre de la tige	2 1/2 à 3 mm.

Calice plus ou moins campanuliforme, plus ou moins resserré à sa base, puis graduellement évasé et un peu resserré vers le bord supérieur des premières radia-

les, dont l'ensemble donne un contour pentagonal, tandis que le pourtour du calice est arrondi et renflé. Sa cavité, en entonnoir profond, est lisse sur ses parois, marquée seulement de cinq profonds sillons qui correspondent, au milieu des cinq radiales, à l'orifice du canal. On ne distingue pas d'autres sillons. La base du calice est tronquée par une cavité circulaire évasée, profonde, dans laquelle s'insérait le premier article de la tige.

Les pièces radiales composent, à elles seules, le calice ; on ne distingue aucune trace de pièces basales.

Premières pièces radiales élevées, très étroites à la base, et fort élargies au sommet ; leurs sutures sont bien distinctes dans quelques exemplaires. La facette articulaire occupe tout le bord supérieur, elle est plane, mais, de chaque côté, se montre une légère saillie un peu réfléchie en dehors, formée à la jonction des deux pièces radiales contiguës, et traversée par leur suture ; c'est un foliole interradial rudimentaire qui, peut-être, paraîtrait plus développé si les exemplaires étaient tout à fait frais ; or tous ceux que j'ai examinés portent des traces d'usure. L'impression du ligament élastique est très étroite et très souvent presque nulle, la fossette ligamentaire, très petite, venant souvent à toucher presque le bord externe. Le bourrelet transverse est très droit et un peu élargi vers son milieu, l'orifice du canal, fort ténu, n'est séparé de la fossette ligamentaire que par une mince paroi. Impressions du ligament interarticulaire grandes et assez creusées ; les impressions musculaires, arrondies et très peu étendues, se trouvent vers leur extrémité interne.

Une cavité en entonnoir évasée et profonde qui, ainsi qu'il a été dit, tronque la base du calice, recevait le premier article de la tige ; elle est simplement rugueuse à sa surface. Le premier article est encore attaché au calice dans quelques exemplaires, il est cylindrique, lisse, son diamètre est de 2 $^1/_2$ à 3 mm. et sa longueur de une fois à une fois et demi son diamètre ; souvent il paraît si intimement soudé au calice qu'on n'aperçoit aucune solution de continuité, d'autres fois une suture est visible. Parfois l'insertion ne s'opérait pas sur un plan horizontal, le calice se trouvait alors un peu penché sur sa tige. Sur la facette articulaire du premier article avec le second, une cavité identique montre que ces deux articles s'articulaient de la même manière que le premier avec le calice, le second devait être rétréci à son extrémité et s'enfoncer dans le premier. Il est probable que ce mode d'articulation n'était pas le même sur toute la longueur de la tige, car j'ai sous les yeux deux

articles encore réunis, trouvés avec les calices, et appartenant presque certainement à l'espèce, dans lesquels la facette articulaire est plane avec l'orifice du canal, au centre, simplement élargi. Ces articles sont cylindriques, de 2 $\frac{1}{2}$ mm. de diamètre et de 5 mm. de longueur.

La forme du calice varie un peu dans les proportions indiquées, il peut être plus ou moins allongé et plus ou moins rétréci à sa base, il se montre même, fort rarement, presque hémisphérique, mais, parmi les nombreux exemplaires que M. Gevrey a bien voulu me communiquer, je n'ai pu observer aucune autre modification sensible.

Rapports et différences. Je ne connais aucune espèce avec laquelle celle que je viens de décrire pourrait être confondue.

Localité. St-Pierre de Cherenne (Isère). Etage néocomien. Collection de M. Gevrey à Grenoble.

EXPLICATION DE LA PL. I (XV)

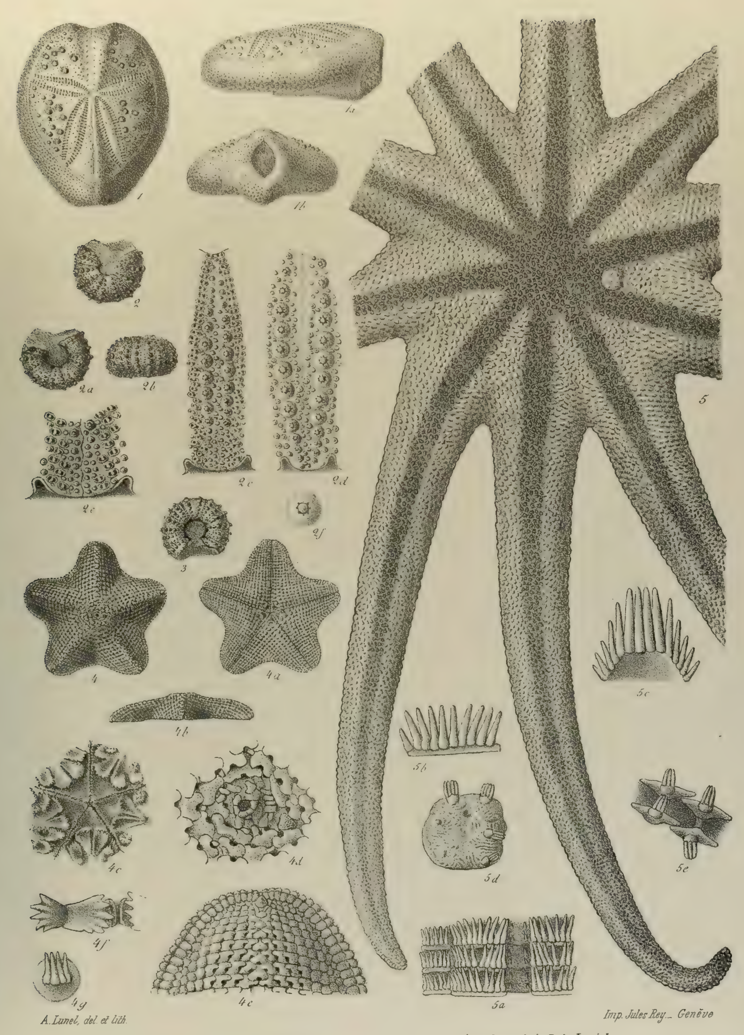
Fig. 1, 1*a*, 1*b*. *Euspatangus cairensis*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Coll. P. de Loriol.

Fig. 2, 2*a*, 2*b*, 2*c*, 2*d*. *Mistechinus Mayeri*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Aires ambulacraires et interambulacraires grossies. Fig. 2*e*, aire ambulacraire à la face inférieure grossie. Fig. 2*f*, tubercule grossi. Coll. P. de Loriol.

Fig. 3. Autre exemplaire de la même espèce, de grandeur naturelle.

Fig. 4, 4*a*, 4*b*, 4*c*. *Palmipes Sarasini*, de grandeur naturelle. Coll. P. de Loriol. Région péristomale du même, grossie; les piquants des pièces dentaires ne peuvent se voir que par transparence à travers la membrane. Fig. 4*d*, région centrale du disque, grossie. Fig. 4*e*, extrémité d'un bras, grossie, les pores des rangées latérales s'avancent un peu trop loin, plusieurs des séries de pores ont déjà disparu. Fig. 4*f*, plaque ambulacraire grossie. Fig 4*g*, plaque ventrale grossie.

Fig. 5. *Crossaster Vancouverensis*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 5*a*, face ventrale d'un bras, grossie, avec les plaques adambulacraires et les plaques marginales d'un côté. Fig. 5*b*, plaque adambulacraire grossie. Fig. 5*c*, extrémité de l'aire interradiale dans le péristome, grossie. Fig. 5*d*, plaque madréporique, grossie. Fig. 5*e*, Ossicules de la face dorsale avec les piquants.



A. Lunel, del. et lith. Imp. Jules Rey._ Genève

Fig. 1._ Euspatangus Cairensis, P. de Loriol.

Fig. 2-3._ Mistechinus Mayeri, P. de Loriol.

Fig. 4._ Palmipes Sarasini, P. de Loriol.

Fig. 5._ Crossaster Vancouverensis, P. de Loriol.

EXPLICATION DE LA PL. II (XVI)

Fig. 1. *Asterias Lütkeni*, de grandeur naturelle. Fig. 1*a*, fragment de la face ventrale d'un bras du même, grossi, sur l'un des côtés on voit, en dehors des piquants de la face ventrale, la rangée des piquants marginaux. Fig. 1*b*, piquant dorsal pincé et arrondi, grossi et de grandeur naturelle. Fig. 1*c*, autre piquant dorsal pointu et conique (c'est la forme la plus fréquente), grossi. Fig. 1*d*, piquant marginal grossi. Fig. 1*e*, piquant de la face ventrale vu du côté interne, grossi. Fig. 1*f*, le même, vu sur la face externe. Fig. 1*g*, pédicellaire droit de la face dorsale, très grossi. Fig. 1*h*, autre plus grand avec la vacuole basilaire plus petite, très grossi.

Fig. 2. *Cribrella læviuscula*, Stimpson, de grandeur naturelle. Fig. 2*a*, fragment de la face dorsale sur lequel il n'y a plus de granules, grossi. Fig. 2*b*, fragment de la face ventrale d'un bras, grossi. Fig 2*c*, un ossicule cordiforme couvert de ces granules (qui devraient être bien plus serrés), grossi.

Fig. 3. *Asterias Saanichensis*, P. de Loriol (le plus grand exemplaire rapporté), de grandeur naturelle. Fig. 3*a*, fragment de la face inférieure, grossi. Fig. 3*b*, fragment de la face dorsale, grossi. Fig. 3*c*, fragment du bras vu de profil pour montrer les proportions des piquants ordinaires et d'un piquant globuleux. Fig. 3*d*, piquant globuleux grossi. Fig. 4, autre exemplaire de la même espèce vu sur la face ventrale, grossi. Fig. 5, jeune individu de la même espèce.

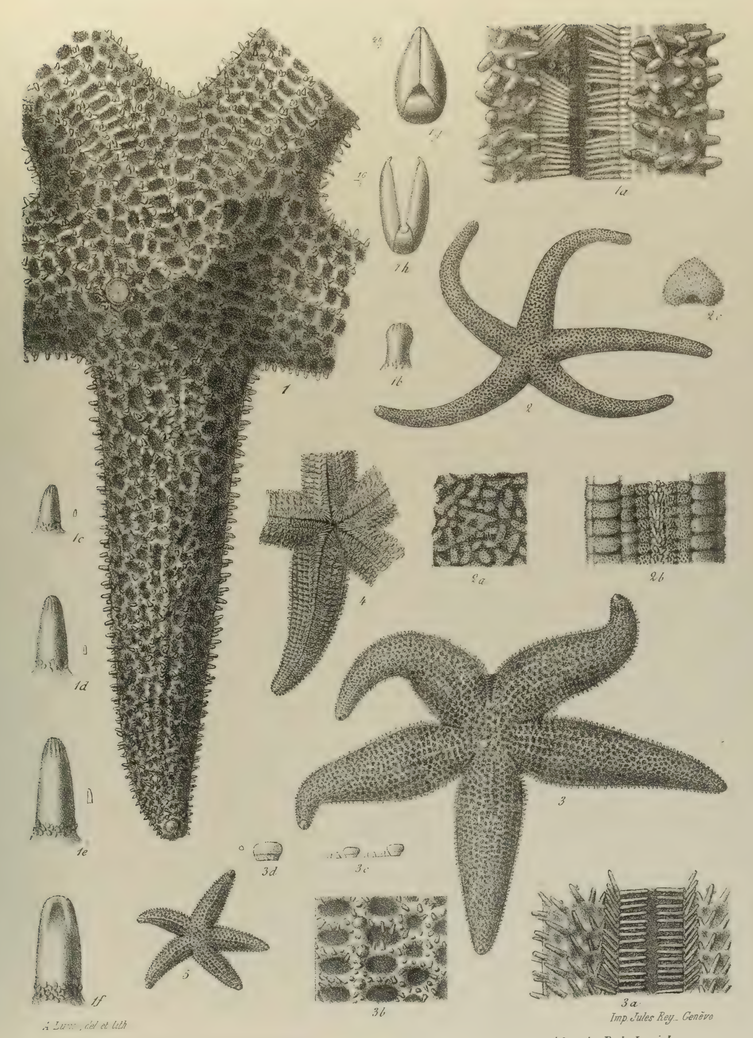


Fig. 1._ Asterias Lutkeni, Stimpson
Fig. 2._ Cribrella læviuscula, Stimpson.
Fig. 3, 4, 5._ Asterias Saanichensis, P. de Loriol.

EXPLICATION DE LA PL. III (XVII)

Fig. 1. *Asterias conferta*, Stimpson, de grandeur naturelle. Fig. 1*a*, fragment de la face ventrale d'un bras, grossie. Fig. 1*b*, fragment de la face dorsale d'un bras prise dans une région où le réseau est très régulier. Fig. 1*c*, piquant pointu de la face dorsale, grossi et de grandeur naturelle. Fig. 1*d*, piquant capitulé de la face dorsale, grossi et de grandeur naturelle. Fig. 1*e*, piquant de la face ventrale, de grandeur naturelle et grossi. Fig. 1*f*, pédicellaire droit, grossi.

Fig. 2. *Asterias (Diplasterias) epichlora*, Brandt, de grandeur naturelle. Fig. 2*a*, fragment de la face ventrale d'un bras, grossi. Fig. 2*b*. fragment de la face dorsale, grossi. Fig. 2*c*, piquant de la face dorsale, de grandeur naturelle et grossi. Fig. 2*d*, piquant de la face ventrale, de grandeur naturelle et grossi.

Fig. 3. *Asterias (Diplasterias) Kœhleri*, P. de Loriol, de grandeur naturelle. Fig. 3*a*, ossicules du squelette de la face dorsale grossis. Fig. 3*b*, fragment de la face ventrale d'un bras, grossi. Fig. 3*c*, les deux piquants des pièces adambulacraires, grossis. Fig. 3*d*, pédicellaire droit grossi.

Fig. 4. *Eugeniacrinus Gevreysi*, P. de Loriol, de grandeur naturelle.

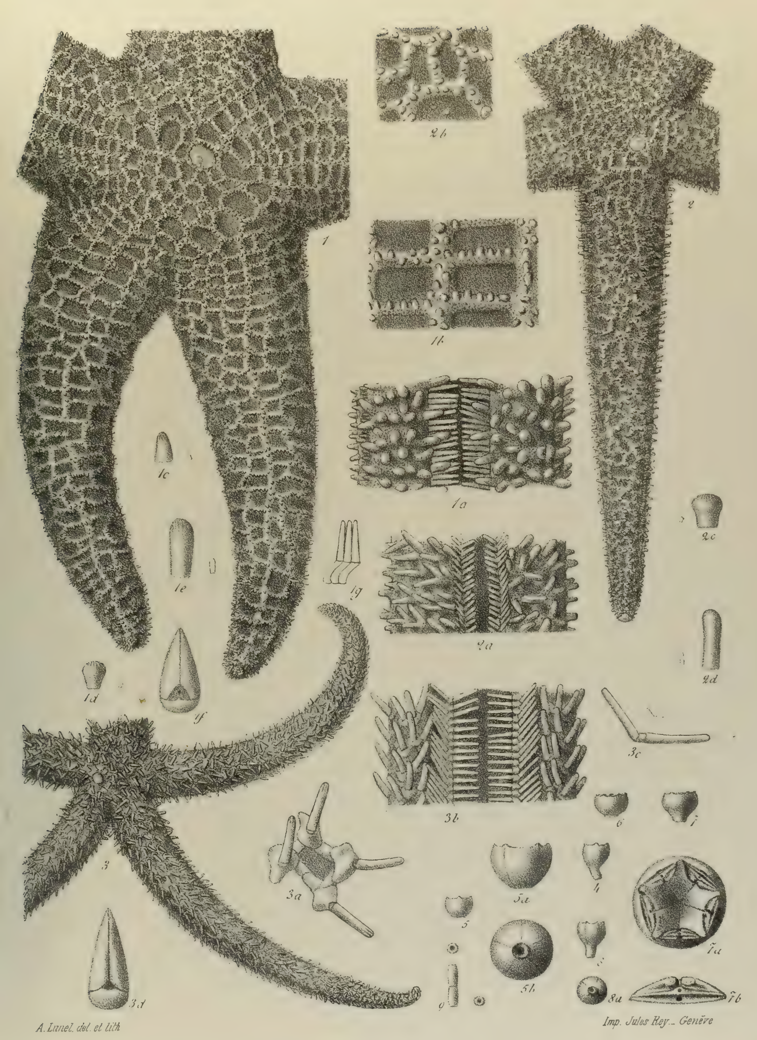
Fig. 5, 5*a*, 5*b*. Autre calice de la même espèce, de grandeur naturelle et grossi.

Fig. 6. Autre calice peu élevé, de grandeur naturelle.

Fig. 7. Autre calice de grandeur naturelle. Fig. 7*a*, le même vu sur la cavité. Fig. 7*b*, facette articulaire de l'une des premières radiales, grossie.

Fig. 8, 8*a*. Autre calice avec le premier article de la tige, de grandeur naturelle.

Fig. 9. Deux articles de la tige avec leurs facettes articulaires, de grandeur naturelle.



A. Lunel. del. et lith.

Imp. Jules Rey. Genève

Fig. 1. Asterias conferta. Stimpson.
Fig. 2. Asterias epichlora, Brandt.
Fig. 3. Asterias Koehleri. P. de Loriol.
Fig. 4-9. Eugeniacrinus Gevreysi, P. de Loriol.

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
Tome XXXII. 2e partie. — No 10.

M. MICHELI

CONTRIBUTIONS

A LA

FLORE DU PARAGUAY

VII. LABIÉES

PAR

John BRIQUET

ACCOMPAGNÉ DE 10 PLANCHES

GENÈVE
IMPRIMERIE REY & MALAVALLON
1897

CONTRIBUTIONS

A LA

FLORE DU PARAGUAY

La présente étude met, comme celles qui l'ont précédées, en évidence la très grande affinité de la flore du Paraguay avec celle des provinces méridionales du Brésil. Cette affinité se traduit surtout par l'abondance très considérable des espèces du genre *Hyptis*, tandis que l'on ne voit aucun représentant des belles formes de *Sphacele* et de *Satureia* § *Xenopoma* signalées par Grisebach dans les Cordillères argentines.

Sur les 43 Labiées énumérées dans ce mémoire, il en est 7 qui sont indiquées dans la république Argentine par Grisebach[1]. Ce sont: *Teucrium inflatum, Sentellaria rumicifolia, Hyptis fasciculata, H lappulacea, H. mutabilis,* (incl. *H. polystachya* et *H. canescens*), *Ocimum Sellowii, O. carnosum.*

En revanche 20 de nos espèces du Paraguay nous sont connues du Brésil. Ce sont les : *Teucrium inflatum, Scutellaria rumicifolia, S. purpurascens, Hedeoma sentellarioides, Satureia Brownei, Hyptis fasciculata, H. rigida, H. mutabilis, H. altheæfolia, H. hirsuta, H. elliptica, H. brevipes, H. capitata, H. mollis, H. spicigera, Peltodon longipes, Ocimum nudi-*

[1] Grisebach, *Plantæ Lorentzianæ (Abhandl. der Kgl. Gesellsch. der Wiss. zu Goettingen,* vol. XIX, p. 187 et seq. [1874]) ; *Symbolæ ad floram argentinam* (l. c. vol. XXIV p. 272 et seq. [1879]).

caule, *O. carnosum*, *O. Sellowii*, *O. Basilicum*. Ajoutons, ce qui est aussi important, que toutes les autres espèces ont des affinités plus ou moins étroites avec des espèces brésiliennes ou, du moins, rentrent dans des sections surtout développées au Brésil.

Les rapports avec les parties de l'Amérique du Sud situées sur l'autre versant des Andes sont nuls.

Plusieurs des espèces nouvelles du Paraguay constituent de précieuses acquisitions, tant au point de vue morphologique qu'au point de vue systématique. Il en est ainsi pour les espèces décrites dans ce mémoire comme nouvelles pour les genres *Ocimum*, *Eriope* et *Hyptis;* le *H. Mülleri*, en particulier, constitue une nouvelle section monotype. En revanche les *Salvia* offrent peu d'intérêt et ne font qu'accroître le nombre déjà énorme des *Salvia* américains de la section *Calosphace*.

Sur les 43 espèces énumérées, 22 sont nouvelles. Cette proportion qui équivaut au 49 °/₀, paraît au premier abord énorme; mais il faut tenir compte du fait que les espèces nouvelles se rapportent presque toutes aux genres *Salvia* et *Hyptis* qui sont extrêmement riches au Brésil et dont jusqu'ici chaque voyageur, abordant une province nouvelle a rapporté des représentants en très grande majorité nouveaux. Balansa n'a fait en cela que marcher brillamment sur les traces de Pohl, Claussen, Blanchet, Martius, Gardner, Glaziou, etc.

Nous avons déjà décrit, il y a quelques années[2] 14 espèces nouvelles du Paraguay. Des recherches synonymiques ont depuis lors réduit ce nombre à 10. Ces 10 espèces ont été décrites de nouveau dans le présent mémoire d'une façon plus détaillée, d'après les riches matériaux du Muséum de Paris. Depuis la publication de notre premier mémoire et l'élaboration de celui-ci, il a paru un catalogue de la flore du Paraguay rédigé d'après les collections du Dr Morong, par MM. Morong et Britton[3].

[2] Briquet, *Fragmenta Monographiæ Labiatarum*. Fascicule I. p. 90-102. (*Bull. Soc. bot. de Genève*, V., ann. 1889).

[3] Morong and Britton. *An enumeration of the plants collected by Dr Th. Morong in Paraguay* 1888-1890. (*Ann. New-York Acad. Science*, vol. III).

Deux de nos espèces, les *H. cinerea* Morong et *dumetorum* Morong, s'y trouvent décrites. Les descriptions données étant incomplètes, nous avons réétudié ces plantes et nous en donnons une analyse conforme au schéma adopté par nous pour les Labiées. MM. Morong et Britton signalent au Paraguay les *Hyptis gracilis* Morong; *H. lappacea* Benth.; *H. suaveolens* Poit.; *Ocimum micranthum* Willd.; *Salvia cardiophylla* Benth. et *Leonurus sibiricus*, L., espèces que nous n'avons pas reconnues dans les collections de Balansa et qui font actuellement un total de 49 Labiées pour la flore du Paraguay. La supériorité des collections de Balansa se montre par le fait qu'elles contiennent 43 Labiées, tandis que celles du Dr Morong n'en présentent que 15; on sait que comme beauté d'échantillons et élégance de préparation, Balansa n'a été surpassé par aucun voyageur.

LABIATÆ

TEUCRIUM Linn. *Gen.* ed. 1 n. 467.

T. INFLATUM Sw. *Prodr. fl. Ind. occid.* p. 88. — Villa-Rica, locis umbrosis. Nov. n. 983.

SCUTELLARIA Linn, *Gen.* ed. 1 n. 493.

S. RUMICIFOLIA Kunth in Humb. et Bonpl. *Nov. gen. et sp. amer.* II, p. 261. — L'Assomption, in agris incultis. Jun. n. 1012.

S. PURPURASCENS Sw. *Prodr. fl. ind. occid.*, II, p. 1013. — In nemoribus et locis umbrosis planitiei Pirayre-bi. Febr. n. 988 ; in collibus inter Luque et Arequa, locis umbrosis. Jun. n. 988 a.

STACHYS Linn. *Gen.* ed. 1 n. 485.

STACHYS MICHELIANA Briq., sp. nov. — Herba annua, erecta. Caulis erectus, a basi ramosus, ramis flexuoso-ascendentibus, undique moderate patenter pilosus, viridis, internodiis subaequalibus. Folia ovata vel ovato-elliptica, apice obtusiuscula, marginibus infra medium convexioribus, basi cordata vel (superiora) cordato-

truncata, supra et subtus parce pilosa, utrinque viridia, membranacea, mediocria, petiolo piloso brevi (infimis exceptis longius petiolatis) aucta; nervatio vix prominula; serratura constans ex crenis parvis crebris, extus convexis vel gibbis, intus convexiusculis, apice obtusis vel rotundatis. Folia suprema sensim reducta sed vix bracteæformia. Verticillastri axillares 6-pluriflori. Calix subsessilis, sub anthesi fere tubulosus, parum evidenter nervosus, viridis, patenter pilosus, dentibus subæqualibus ovatis, apice subacutis mucrone albo parvo auctis, tubo brevioribus; calix maturus globoso-campanulatus, cæterum parum mutatus. Corolla cœruleo-rosea, parva, tubo omnino incluso intus nudo; labrum bilobum, breve; labiolum trilobum longius, patens, lobis lateralibus parvis ovato-rotundatis, medio obovato, apice emarginato. Genitalia sub labro corollino ascendentia. Nuculæ ovoideæ, fuscæ, læves vel minute pubescentes.

Herba ad 40 cm. alta. Caulis internodia media 2-4 cm. longa. Foliorum lamina superficie 2-3 × 1-2 cm., petiolus in foliis mediis ad 5 mm., in inferioribus ad 2 cm. longus; crenarum culmina ad 1 mm. alta et 1-3 mm. distantia. Calix sub anthesi 5 mm. longus, tubo 3 mm. alto, dentibus 2 mm. longis; maturus circa 2,5 mm. latus. Corolla calicis dentes vix vel non superans, labro 1-1,5 mm. longo; labiolum 3 mm. longum, lobis lateralibus 0,5 mm. altis, medio 1-1,5 mm. longo.

In agris et ad margines viarum ad Bahê-Pororo, prope Yaguaron. Nov. n. 3120.

Species *S. arvensi* organis vegetationis affinis, *S. arvensis* differt autem calicibus majoribus dentibus angustioribus et multo longioribus *S. micrantha* Gris. a nostra planta recedit foliis majoribus grossius crenatis, longe petiolatis, subacuminatis et dentibus calicis lanceolatis. *S. truncata* Kunze appropinquatur dentium calicis forma, sed hujus speciei calix multo latior, folia et habitus valde diversa.

SALVIA Linn. *Gen.* ed. 1 n. 16.

S. AMBIGENS Briq. *Fragm. Mon. Lab.*, I, p. 101 (1889). — Herba elata, caule viridi, sparse piloso, erecto. Folia longe petiolata, ovato-lanceolata, apice acuminata, infra medium convexiora, basi oblique truncata vel subrotundato-

truncata, tenuia, membranacea, utrinque viridia, parce et sparse pilosula ; nervatio simplex, haud prominens ; serratura constans ex dentibus crenatis vel crenis crebris, confertis, mediocribus, intus rectis, extus gibbis vel convexis culminibus prorsus versis obtusis. Spicastrum verticillastris laxe confertis sub 6 floris, pedicellis retrorsum vel patenter hirtis. Calix tubulosus, parum pilosus, parum glandulosus, pallidus, viridis vel ± violaceus, parum evidenter striatus, funiculis primariis secundariisque 13 ; labrum integrum, ovatum, apice minute mucronulatum ; labriolum bidentatum, dentibus ovato-lanceolatis ad $^3/_4$ connatis. Corolla pulchre cærulea, extus sparse pilosula, tubo recto, elongato, sensim ampliato, basi infra levissime ventricosa, intus omnino nudo, nervatione normali; labrum rectum integrum, apice curvulum ; labiolum labro multo brevius, trilobum, lobis lateralibus brevibus, medio longiore obovato, omnibus integris. Stamina sub labro ascendentia et subocculta ; filamenta brevia plana delicatule articulata ; pollinatoria valde elongata nuda loculum lineari-elongatum ferentia ; vectiaria breviora antice apophysem planam acutam parvam ferentia cochleare remiformi, elongato, apice obtuso funiculo ad apicem percurso semel ramificato. Stylus labrum parum superans, ramis duobus subæqualibus, infra ramos abunde barbatus. Nuculæ ellipsoideæ æves, in disco elevato insidentes, nectario antice producto.

Planta ad 1,50 cm. alta, caulis robusti internodiis mediis 4-7 cm. longis. Foliorum lamina superficie 5-9 × 3-4 cm., petiolo densius pubescenti 1,5-5 cm. longo insidens; crenarum culmina 1-2 mm. alta et 2-4 mm. distantia. Spicastrum 5-12 cm. longum. Pedicelli 4-6 mm. longi. Calix 1,2-1,5 mm. longus, tubo 1-1,2 cm. longo, labro superficie 4-5 × 4-5 mm., labioli 4-5 mm. longi dentibus sinu peracuto ultra 1 mm. profundo separatis. Corolla calicis os ad 2,5 cm. excedens, labro 1,5 cm. longo, labiolo ad 6 mm. longo. Staminum loculi 3 mm. longi vectiario superficie 6-7 × 1,5 mm. ♃.

In silvis Caaguazu, ad margines locorum « picadas » dictorum. Nov. n. 991.

Recensitur *S. ambigens* ad sect. *Calosphacem* subsect. *Longifloras*, gregem *Cyaneas*. Appropinquat ad *S. recurvam* Benth quæ labro calicino recurvo tridentatoque ut et calicis pilis longis crispulisque recedit. *S. concolor Lamb.* differt calice longissime pedicellato, pilis crispulis glandulosisque crebris obtecto. *S. glabrata* Kunth, *S. cyanea* Benth. et *S. amethystina* Sm. differunt primo aspectu foliis pulchre cordatis.

Tab. 55, fig. I ; — 1 ramus floriferus, 2 calix apertus, 3 stamen, 4 stylus.

S. Micheliana Briq., sp. nov. — Herba elata, caule viridi, ramoso, glabro vel subglabro. Folia late ovata, apice breviter acuminata, infra medium valde convexa, basi rotundato-extenuata, petiolo elongato aucta, membranacea, tenuia, utrinque viridia et glabrescentia; nervatio simplex, haud prominula; serratura constans ex dentibus crenatis crebris mediocribus, intus rectis, extus convexis gibbisve, culminibus sæpius ± obtusis prorsus versis. Spicastrum elongatum, verticillastris sub 6 floris dissitis ± dorsiventraliter dispositis, pedicellis mediocribus breviter prorsus pubescentibus. Calix breviter tubulosus, sat evidenter striatus, viridis vel supra cœrulescens, glaber, nervis primariis secundariisque 13 præditus, labro ovato integro, labiolo bidentato, dentibus ovato-acuminatis ad 3/4 connatis. Corolla rubra vel coccinea calicem longe excedens, tubo elongato recto, sensim et parum ampliato, intus nudo, nervatione normali, extus breviter puberulo; labrum breve, subrectum, apice curvulum; labiolum labro aliq. longius, lobis lateralibus rotundatis brevibus, lobo medio obovato majore subintegro. Stamina sub labro ascendentia et aliq. exserta; filamenta plana brevia; pollinatoria valde elongata nuda, loculum linearem ferentia; vectiaria brevia sub articulatione delicatula apophysi acuta parva antice aucta, cochlearibus remiformibus elongatis, apice obtuso-rotundatis, funiculo semel ramificato ad apicem percurso. Stylus parum exsertus, ramis valde discretis, posteriore recurvo lineari brevi, antice elongato plano, infra ramos pilosus. Nuculæ atræ, læves, triquetro-ellipsoideæ, disco parum evoluto insidentes.

Planta ut videtur ultra 60 cm. alta. Caulis sat robusti internodia media 1,5-5 cm. longa. Foliorum lamina superficie 4-8 × 4-6 cm., petiolo 1-5-5 cm. longo insidens; crenarum culmina 1-1,5 mm. alta et 2-4 mm. distantia. Spicastrum ultra 15 cm. longum, verticillastris internodiis 3.. 2... 1,5 etc. cm. distantibus, pedicellis 3-4 mm. longis. Calix circa 1 cm. longus, tubo 7 mm. longo, labro superficie 3 × 4 mm., labioli 3-4 mm. longi dentibus sinu peracuto ultra 1 mm. profundo separatis. Corolla calicis os 1,5 cm. excedens, tubo 1,5 cm. longo, labro 8 mm., longo, labiolo 8-9 mm. longo. Stamina loculis 2 mm. longis, vectiariis superficie 5 × 1 mm., filamentis circa 4 mm. longis. Nuculæ sect. long. 2,5 × 1 m.

Ad silvarum margines prope Costa-Pucu, inter Paraguari et Ibitimi. April. n. 1156.

Recensitur *S. Micheliana* inter species gregis *Secundarum*, subsectionis ad *Calosphaces Longifloras* pertinentis. Habitu ad *S. fruticetorum* Benth. accedit, in

hac autem corolla ter major est et forma diversa. *S. montanæ* Gardn. sunt folia et inflorescentia omnino diversa. *S. secunda* Benth., *S. neovidensis* Benth. et *S. subrotunda* St-Hil. statim foliis omnino diversis dignoscendæ sunt. Demum speciebus nonnullis ex *Nobilibus Coccineis* approximatur, quæ autem omnes fruticosæ, tantum herbacea, *S. mentiens* Pohl calicibus membranaceis coloratis villosis, stylo glabro, foliis serratis, caule patenter piloso differt.

Tab. 55, fig. II, — 1 ramus floriferus, 2 calix apertus, 3 stamen, 4 stylus.

S. cinerarioides Briq. *Fragm. Monogr. Lab.* I, p. 99. — Herba elata, caule viridi, ramoso, ± pubescente. Folia late ovata, apice obtusa vel subobtusa, marginibus valde convexis, basi cordata, petiolo villoso aucta, supra viridia pubescentia subtus leviter albo-tomentosa, aliq. rugosa; nervatio reticulata, tomentum in pagina inferiore areolans, sed paginam superiorem haud fodiens; serratura constans ex crenis crebris, confertis, intus rectis vel convexis, extus convexis vel gibbis, culminibus obtusis vel rotundatis. Spicastrum elongatum, verticillastris 6 floris dissitis, bracteis ovato-acuminatis quam flores brevioribus deciduis. Pedicelli mediocres, obverse hirti. Calix campanulatus, valide 13 nervosus, membranaceus, prorsus pubescens, glandulis nonnullis spititatis præditus, tubo labiis aliq. longiore; labro ovato, integro, apice obtuso et mucronulato; labiolo bidentato, dentibus ovato-lanceolatis ad $^{3}/_{4}$ connatis. Corolla cærulæa calicis os longe excedens, tubo recto, in calice omnino incluso primo cylindrico, dein infra constricto et post constrictionem aliq. ventricoso-gibbo, intus nudo, nervatione normali; labrum breve, bilobum, extus pubescens; labiolum patens, elongatum, trilobum, lobis lateralibus parvis rotundatis, extus pubescentibus, medio subglabro, magno, obovato, marginibus rotundatis subintegris. Stamina sub labro ascendentia et subocculta; filamenta brevia, plana, valide articulata; pollinatoria brevia, nuda, parum arcuata, loculum linearem oblongum ferentia; vectiaria pollinatoriis æquilonga, antice infra articulationem apophysem planam membranaceam magnam obtuso-rotundatam ferentia, cochlearibus remiformibus elongatis, apice obtusis, fere usque ad apicem funicolo semel ramificato percursis, longitudinaliter agglutinatis. Stylus labrum parum superans, ramis duobus valde discretis, postico breviore erecto, antico elongato revoluto, infra ramos sepibus duobus, uno antico, altero postico pilorum patentium præditus. Nuculæ oblongo-trigonæ elongatæ læves.

Planta ad 80 cm. alta, caulis robusti internodiis mediis 4-7 cm. longis. Folio-

rum lamina superficie 3-4,5 × 2,5-3,5 cm., petiolo 5-10 mm. longo insidens; crenarum culmina 1-3 mm. alta et 2-5 mm. distantia. Spicastrum ad 20 cm., longum. Pedicelli 3-4 mm. longi. Calix sub anthesi 7 mm. longus, tubo ad 5 mm. longo, labro superficie 1,5-2 × 2,5 mm., labioli dentibus 1,5-2 mm. longis, maturus ad 10 mm. longus. Corolla calicis os ad 8 mm. excedens, labro ad 3 mm. longo, labioli lobis lateralibus 1,5 mm. altis, lobo medio superficie 9 × 7 mm. Staminum loculi 2 mm. longi, vectiaro 3 mm. longo. Nuculæ sect. long. 1,8 × 0,8 0,9 mm. ♃.

L'Assomption, in sepibus. Oct. n. 989.

Florum structura *S. cinerarioides* in subgenere *Calosphace* inter *Brachyanthas* collocanda est; foliis membranaciis a *Scorodonieis* recedit et inter *Cordifolias* recensenda est. Hujus gregis species sunt parum crebræ. *S. amarissima* Ort. differt petiolis elongatis, foliorum serratura, et pilis longis patentibus in caule; *S. carnea* Kunth recedit foliis longe petiolatis, calicibus longius et longius tubolosis; *S. racemosa* Ruiz et Pav. distinguenda est foliis lanceolatis; demum *S. sidæfolia* Mart. et Gal. locum idonaeum foliis acuminatis, subtus viridibus et calice longe tubuloso nuncupat.

Tab. 56, fig. 1. — 1 ramus cum inflorescentia; 2 calix apertus; 3 corolla supra fissa et aperta, cum staminibus; 4 stylus.

S. APPROXIMATA Briq. *Fragm. Monogr. Lab.* I, p. 100 (1889). — Planta elata caule herbaceo, ± pubescente, viridi, basi frutescente, erecto, ramoso. Folia ovata vel ovato-elliptica, inferiora apice obtusa, superiora acuta, marginibus infra medium convexioribus, basi cordata, petiolo piloso brevi aucta, supra viridia pubescentia subtus pallidius cinereo-virescentia; nervatio reticulescens, subtus aliq. prominula; serratura constans ex dentibus crebris, mediocribus, confertis, intus rectis vel convexiusculis, extus gibbis, culminibus prorsus versis ex obtuso acute mucronulatis. Spicastrum elongatum, verticillastris 6 floris dissitis, bracteis ovato-acuminatis membranaceis deciduis. Pedicelli obverse pilosi. Calix campanulatus, parce pilosus, glandulis stipitatis nonnulis præditus, supra atro-cœrulescens, valide 13 nervosus, tubo labiis breviore; labrum late ovatum, integrum, apice mucronulatum; labiolum bidentatum, dentibus ovato-lanceolatis ad $^1/_2$ connatis. Corolla calicis os longe excedens, tubo incluso, primo cylindrico, dein constricto, post constrictionem infra ventricoso-gibbo, intus nudo; labrum breve, breviter bilobum; labiolum patens labro multo longius, lobis lateralibus rotundatis, lobo medio obovato, magno, marginibus orbiculatis. Genitalia exacte ut in specie præcedente.

Herba vel suffrutex 30-40 cm. alta, caulis basi diffusi internodiis mediis 3-5 cm. longis. Foliorum lamina superficie 3-5 × 2-3 cm., petiolo 5-8 mm. longo insidens; crenarum culmina 1-2 mm. alta et 2-3 mm. distantia. Spicastrum ad 25 cm. longum. Calix sub anthesi 5-6 mm. longus, tubo 4 mm. longo, labiis 1,5-2 mm. longis, maturus ad 8 mm. longus. Corolla calicis os ad 1,3 cm. excedens, labio 3 mm. labiolo 8-9 mm. longo, lobis lateralibus superficie 1,5 × 3 mm., lobo medio superficie 5-6 × 3-4 mm. ♃.

Luque. Mart. n. 989 a.

S. approximata valde affinis est *S. cinerarioidi*, cujus forte tantum varietas; differre videtur habitu, indumento foliorum, forma limbi, serratura et calicibus supra juventute omnibus pulchre cœrulescentibus.

S. RIGIDA Benth., *Lab., gen. et sp.* p. 269 = *S. lucida* Briq. *Fragm.* I. p. 99 (1889). — Suffrutex ex rhizomate lignoso incrassato caules rectos multos proferens, virides, pilis longis patentibus crebris obsitos. Folia oblonga vel ovato-oblonga, apice obtusa vel ex obtuso breviter acuminata, vel elliptico-lanceolata, acuta et acuminata, marginibus longe et leniter convexis, basi cordata sessilia, crassa, coriacea, dura, nitida, supra glaberrima, viridia, subtus brevissime inter nervorum anastomosibus pubescenti-tomentella pallidius viridia; nervatio reticulata nervis omnibus inter se pulchre anastomosantibus paginam inferiorem pulcherrime, superiorem tenuissime, areolantibus; serratura constans ex crenis crebris, confertis, parvis, intus rectis vel convexis, extus convexis vel gibbis, culminibus convexis vel rotundatis. Spicastrum robustum elongatum, verticillastris 6 floris superne confertis, axe dense villoso ut et pedicelli, bracteis late ovato-acuminatis villosis quam flores brevioribus caducis. Calix breviter tubulosus, sat valide 13 nervosus, undique pubescens, labiis tubo multo brevioribus, margine linea albotomentosa cinctis; labrum late ovatum, integrum, apice obtusum; labiolum bilobum, lobis late ovatis obtusis ad $^1/_4$ vel $^1/_3$ connatis. Corolla alba, magna, calicis os longe excedens, tubo primo basi cylindrico, dein leviter subtus constricto et aliq. ventricoso, intus nudo, nervatione normali; labrum subrectum, apice aliq. incurvum subintegrum, extus ± villosum; labiolum labro multo majore, patens, lobis lateralibus rotundatis, lobo medio obovato marginibus orbiculatis, emarginato. Stamina sub labro ascendentia et vix exserta; filamenta brevia, plana, brevia, ultra articulationem in apophysem latam funiculo libero-lignoso proprio parvo ornatam producta; pollinatoria,

nuda, basi lata, brevia, loculum linearem ferentia; vectiaria pollinatoriis subæquilonga antice apophyse subacuta parva prædita, postice gibba, cochlearibus remiformibus fere usque ad apicem funiculo semel ramificato percursis, longitudinaliter conglutinatis. Stylus robustus, ramis valde discretis antico parvo recto, postico revoluto longe filiformi, infra ramos stigmaticos, et subtus tantum sepe unico pilorum patentium ornatus.

Calix sub anthesi 8 mm. longus, tubo circa 6-7 mm. longo, labiis 1,5 mm. longis Corolla calicis os 1,2-1,5 cm. excedens, tubo 8 mm. longo, labro 5-6 mm. longo, labioli circa 10 mm. longi lobis lateralibus superficie 1,5-2 × 3 mm., medio superficie circa 8 × 7 mm. Filamenta 2,5 mm. longa. Pollinatoria loculos 2,5 mm. longos ferentia. Vectiaria 3-4 mm. longa. ♃

Specimina prima olim a nobis visa, ad var. *lucidam* spectantia, pro specie propria *Salvia lucida* descripsimus. Nunc autem, speciminibus multis notis, hæc determinatio emendanda est. In descriptione Benthamiana mutandæ sunt indicationes foliorum *glabrorum*, stylorum *breviter barbatorum* etc., quippe qui characteres vix unquam efficiuntur. Descriptionem accuratam dare utile nobis visum est, cum notæ exstantes non sufficientes sint.

α. *Var. lucida* Briq. = *S. lucida* Briquet, l. c. = *S. lucida* var. *internodialis* Briq. in sched. — Caulis internodia evoluta 3-6 cm. longa. Folia ovato-oblonga vel oblonga, inferiora et media apice ± obtusa, superiora apice peracuta, superficie 4-6 × 1,2-2,5 cm., distantia. — Villa-Rica, in collibus incultis. Oct. n. 990.

Tab. 56, fig. II. — 1 ramus cum inflorescentia; 2 calix apertus; 3 corolla postice fissa et aperta; 4 stylus.

β. *Var. cryptocaulos* Briq., var. nov. — Caulis internodia valde reducta, tantum 0,5-1,5 cm. longa. Folia anguste oblonga, vel lanceolato-elliptica, omnia apice peracuta vel acuminata, superficie 1,5-3,5 × 0,6-0,8 cm., valde conferta, sese imbricatim tegentia et caulem fere omnino apicem versus occultantia. — Caaguazu in locis « campos » dictis. Nov. n. 990 d.

Hæ varietates duo habitu valde dissimiles arcte conjunguntur speciminibus prope Luque (Mart. n. 990 b), circa Ibitimini (Febr. n. 990 c) et in planitie ad Piraya. (Jun. n. 990 a) lectis.

S. ROUYANA Briq. *Addit. et correct. aux Fragm.* I, p. III (1889) = *S. Balansæ* Briq. *Fragm. Monogr. Lab.*, I p. 98 (1889) non de Noë (1855). — Frutex ultra

70 cm. alta. Caulis glaber vel glabrescens, viridis vel purpurascens, ramosus, ramis ascendentibus, erectus. Folia petiolata, late lanceolata, apice longe acuta, infra medium convexa, basi cuneata vel valde oblique truncata, supra atro-viridia glabra subtus pallidiora, glabra et glandulosa ; nervatio simplex haud prominula ; serratura constans ex dentibus cum limbi superficie variantibus et in utraque varietate inæqualiter evolutis. Spicastrum inferne laxum, verticillastris floribundis, pedicellis retrorsum pubescentibus, bracteis perangustis deciduis. Calix campanulatus tubo sat prominule 13 nervato, tenuiter et breviter prorsus pubescente ; labrum ovatum, apice obtusum, integrum ; labiolum bidentatum, dentibus ovatis, apice obtusis, inter se ad $^1/_3$ coalitis. Corolla cœrulea calicis os longe excedens, sed tubo incluso, inferne cylindrico, superne subtus aliq. ventricoso ; labrum rectiusculum, apice leviter incurvum, subintegrum ; labiolum labro multo longius, lobis lateralibus rotundatis parvis postice marginibus longe, antice abrupte convexis, sinubus rotundatis a lobo medio separatis, lobo medio obovato, ex ungue lato in velum latissimum pleuridiis duobus magnis rotundatis margine irregulariter denticulatis sinu rotundato separatis abeunte. Stamina sub labro ascendentia et subocculta ; filamenta brevia, plana, valide articulata, obtuse ultra articulationem producta ; pollinatoria vectiariis subæquilonga, loculum linearem ferentia ; vectiaria antice apophysem latam subacutam sat magnam ferentia, cochlearibus remiformibus, elongatis, apice obtusis, funiculo semel ramificato percursis, longitudinaliter conglutinatis. Stylus compressus, ramis valde inæqualibus, postico longiore recurvo, antico parum curvulo multo breviore, infra ramos septibus duobus pilorum patentium antice et postice sitis ornatus. Nuculæ ovoïdeo-trigonæ, læves, fuscæ.

Pedicelli 2-3,5 mm. longi. Spicastrum ad 15 cm. longum. Calix sub anthesi circa 6 mm. longus, tubo 4,5 mm. longo, labiis 1,5-2 mm. longis, post anthesin 9 mm. longus. Corolla calicis os 1-1,2 cm. excedens, labro 3-4 mm. longo, labioli circa 8 mm. longi lobis lateralibus superficie 1,5 × 3 mm., lobo medio ungue 3 mm. lato, pleuridiis 3 mm. latis, sinu 1,5 mm. profundo separatis. Staminum filamenta 2,5 mm. longa ; pollinatoria 3 mm. longa, loculis 2 mm. longis ; vectiaria 3,5 mm. longa. Nuculæ 2 mm. longæ.

Versus septentrionem a Cerro Lambare in planitie argillosa. April. n. 987.

S. Rouyana in sectione *Calosphace* ad *Brachyantharum* gregem *Vulgares* pertinet. Pleræque hujus gregis species herbæ sunt, dum nostra fruticosa est. Frutices varii huc spectantes (*S. prasiifolia* Benth., *S. bogotensis* Benth., *S. galeata* Ruiz

S. mitis Ruiz et Pav.) facillime foliorum forma disgnoscuntur. *S. arenaria* St. Hil. ex Brasilia, quæ nostræ affinis statim calice lævi glabroque distinguitur.

Sub formis duobus nobis patet *S. Rouyana*, nempe :

α. *Var. dentatiformis* Briq., var. nov. — Folia magna, late lanceolata, petiolo 1,5-2 cm. longo, limbo superficie 4-5 × 2-3 cm.; serratura constans ex dentibus robustis sat crebris, intus rectis vel convexiusculis, extus convexis, culminibus obtusis vel acutiusculis, 1-2 mm. altis et 2-4 mm. distantibus.

Tab. 57, fig. 1. — 1 ramus cum inflorescentia; 2 calix apertus; 3 corolla postice fissa et aperta, cum staminibus; 4 stylus.

β. *Var. parvifrons* Briq., var. nov. — Folia parva, multo angustius lanceolata, petiolo 0,5-1 cm. longo, limbo superficie 1,5-2 × 0,5-08 cm.; serratura constans ex dentibus parvis, haud crebris, intus rectis, extus ± convexis, culminibus acutis prorsus versis, circa 0,5 mm. altis et 2-4 mm. distantibus.

HEDEOMA Pers. *Syn.* II, p. 131 (emend)

H. SCUTELLARIOIDES Briq. = *Keithia scutellarioides* Benth. *Lab. gen. et spec.*, p. 410. — Ad ripas paludosas rivorum prope Naranjo, in catena Cordillère de Peribebuy. Apr. n. 4555. — Stolonifera, floribus roseis.

SATUREIA Linn. *Cor. Gen.* p. 9 (emend.)

S. BROWNEI Briq. = *Thymus Brownei* Swartz *Prodr. fl. ind. occ.* p. 89 = *Micromeria Brownei* Benth. *Lab. gen. et spec.* p. 372. — Ad ripas nemorosas et sæpe inundatas fluvii Mbay prope Paraguari. n. 4553. — Herba odoratissima, caulibus prostratis radicantibus, floribus cœrulescentibus.

MENTHA Linn. *Gen. ed.* 1 n. 478.

M. VILLOSA Huds. var. *velutella* Briq. *Fragm. Mon. Lab.* IV p. 7 (= *M. longifolia* > × < *rotundifolia !*). — In locis humidis districtus Yaguaron prope Posta-Cue.

Januar. n. 1010. Subspontanea. — Hæc forma haud typice var. *velutellæ* pertinet, sed foliis reductis, aliq. rugantibus ad var. *calabricam* Briq. l. c. vergit. Varietates *M. rotundifoliæ* et rarius *M. villosæ* cæterum in partes multas Americæ tam centralis quam meridionalis introductæ sunt.

ERIOPE Humb. Bonpl. ap. Benth. *Lab. gen. et spec. Lab.* p. 142.

E. TRICHOPODA Briq. *Fragm. Monogr. Lab.*, I, p. 96 (1889). — Planta robusta, basi frutescens et rhizomate crasso lignoso indurato ornata. Caules ramosi, parte inferiore phyllophora pilis creberrimis longissimis patentibus uniseriatis densissime tecti, parte superiore glaberrima, pruinosa, ramos florigeros ferente, internodio primo infra inflorescentiam sat conspicue inflato. Folia breviter petiolata, in axis parte inferiore nonnunquam ternatim verticillata, late rotundato-elliptica, apice obtusa, marginibus sat convexis, basi rotundata vel breviter extinuato-rotundata, utrinque saturate viridia pilis sparsis raris pilosula sæpe fere glabra ; nervatio simplex vel reticulescens haud prominula ; serratura constans ex dentibus crenatis parvis conniventibus, intus rectiusculis, extus convexis vel gibbis, culminibus acutis prorsus versis. Inflorescentia speciosa, ramosa, ramis ascendentibus elongatis elegantibus subteretibus, verticillastris 2 floris distantibus, pedicellis tenuibus glabris, post anthesin defractis. Calix sub anthesi aperte campanulatus, lobis parum inæqualibus, anticis ovatis apice breviter acuminatis, posticis 3 magis rotundatis, extus canescens, adpresse pubescens, intus albo-villosus ; fructifer valde auctus, parce pilosus, ore obliquo, lobis posticis majoribus labrum formantibus ; funiculi ejudem roboris 10, validi, apicem versus reticulatim anastomosantes. Corolla speciosa, magna, pallide cœrulea, calicis os longe excedens ; tubus brevis in calice subincluso sensim ampliato intus nudo ; lobi superiores erecti, ovato-oblongi, apice obtusi ; lobi laterales $\pm$ defracti et labiolum comitantes, eadem forma ut superiores ; labiolum stipato-defractum, saccatum, apice in limbum pleuridiis filiformibus crebris fimbriatum. Stamina exserta super labiolum dejecta, filamentis pilis longissimis patentibus pluricellularibus densissime barbatis, proterandrica. Stylus glaber, apice bifidus, sum staminibus declinatus. Nuculæ maturitate magnæ sed vix umquam omnes evolutæ, ovoïdeo-trigonæ, subcompressæ, apice rotundatæ fuscæ, læves.

Frutex ultra 90 cm. altus, internodiis phyllophoris 5-9 cm. longis, internodio inflato longissimo basi 2,5 mm. lato parte inflato circa 4 mm. lato. Foliorum petiolus ad 6 mm. longus, limbus superficie circa 3 × 2-2,8 cm.; dentium culmina 1-2 mm. alta et 2-4 mm. distantia. Inflorescentia ad 40 cm. alta, verticillastris 5-20 mm. distantibus, pedicellis 2-5 mm. longis. Calix sub anthesi 2,5 mm. longus, lobis 0,8 mm. longis, post anthesin ad 8 mm. longus. Corolla calicis os 7-8 mm. excedens lobis superioribus lateralibusque superficie circa 5 × 2 mm,, labiolo 2,5 mm. longo, 1,5 mm. profundo, pleuridiis linearibus ad 0.5 mm. longis. Nuculæ sect. long. 3 × 1,5-2 mm.

In silvarum calvitiis in catena Cordillère de Peribebuy dicta. Januar. n. 1011.

Ramis inflorescentiæ pruinosis accedit ad *E. hypenioidem* Mart., *E. monticolam* Mart. et *E. filifoliam* Benth. A. priori differt foliis subtus saturate viridibus nec albo-tomentosis, ab altera caule inferne patentim et longe piloso nec cano tomentoso, foliis subtus haud incanis, demum a tertia distinguitur primo intuitu foliis late rotundato-ellipticis, nec lineari-filiformibus revolutis.

Tab. 57, fig. II. — 1 rami inflorescentiæ; 2 pars caulis cum foliis; 3 calix apertus; 4 corolla postice fissa et aperta, cum staminibus; 5 labiolum corollinum; 6 stylus.

HYPTIS Jacq. *Icon. rar.* I p.

Sect. Hypenia Mart. in Benth. *Lab. gen. et spec.* p. 136.

H. floribunda Briq., sp. nov. (*Mesosphærum floribundum* Briq.) — Planta elata, caule robusto, erecto, ramoso, inferne tomentoso-pubescente, ± ramoso. Folia lanceolata vel elliptico-lanceolata, sat parva, apice acuta, marginibus leviter convexis, basi in petiolum brevem cuneata, supra viridia adpresse pubescentia, subtus velutino-pubescentia, crassiuscula; nervatio simplex parum prominula; serratura constans ex dentibus crebris, parvis, confertis, intus rectis, extus convexis, culminibus acutis prorsus versis. Inflorescentia maxima, amplissima, valde floribunda, ramosissima, verticillastris 2-6 floris, pedicellis elongatis glabris, axibus cæteris omnibus pubescentibus nullo modo glaucis, bracteis anguste lanceolatis parvis deciduis. Calix sub anthesi parvus, campanulatus, tubo exstriato extus

leviter canescente, dentibus æqualibus triangulari-lanceolatis, brevibus, intus aliq. pubescentibus, post anthesin valde auctus, globoso-campanulatus, nervis 10 magis evidentibus, glabrescens. Corolla inconspicua, cœrulescens, calicis os excedens; tubus rectus, intus nudus, aliq. exsertus; labrum bilobum, lobis latis rotundatis, sinu acuto sat profundo separatis; lobi laterales defracti, labiolum comitantes, subrotundati, subintegri; labioli lobus medius stipato-defractus, saccatus, apice in limbum parvum margine erosum et medio emarginatum productus. Stamina supra labiolum declinata, filamentis et antherarum marginibus pilis patentibus crebris barbatis. Stylus cum staminibus declinatus, apice haud profunde bifidus. Nuculæ triquetro-ovoideæ, læves, fuscæ.

Herba ultra 80 cm. alta. Caulis internodia media 4-6 cm. longa. Foliorum petiolus 5-7 mm. longus, limbus superficie 1,5-2 × 7-9 cm.; dentium culmina 0,2-0,9 mm. alta et 1-2 mm. distantia. Inflorescentia sæpe ultra 40 cm. longa, pedicellis 4-8 mm. longis. Calix sub anthesi 2 mm. longus, tubo 1,5, dentibus 0,5 mm. longis, post anthesin ad 3,5 mm. longus. Corolla calicis os 2,5 mm. excedens, tubo 2,5 mm. longo, labri lobis 0,6 mm. longis, sinu 0,2-03, mm. profundo separatis, labioli lobis lateralibus superficie 1 × 0,8 mm., lobo medio fere 1 mm. longo et 0,05 mm. profundo.

Aroyo-y-Estero. Julio. n. 980.

Hæc species pertinet in sectione *Hypenia* ad §. *Laxifloras* inter species micranthas. Affinis est præcipue *H. Salzmanni* Benth., et *H. campanulatæ* Benth. quæ autem statim præter foliorum formam inflorescentiæ ramis cœruleo-pruinosis glaberrimis, nec pubescentibus dignoscuntur. *H. gracilipes* (*Mesosphærum gracilipes* Briq.) nuper a d. Britton descripta (ap. Morong, *Pl. coll. in Paraguay*, p. 201) etiam affinis videtur; sed folia integra vel subintegra et calicis dentes ovati dicuntur.

Tab. 58, fig. I. — 1 ramus cum inflorescentia; 2 pars inflorescentiæ; 3 calix apertus; 4 corolla postice fissa et aperta cum staminibus; 5 labiolum corollinum; 6 stylus.

H. ELEGANS Briq. (*Mesosphærum elegans* Briq.) = *Eriope elegans* Briq. *Fragm. Monogr. Lab.*, I, p. 95. (1889). — Planta robusta, caule basi frutescente superne herbaceo, basi pubescente, præcipue ad nodos pilis patentibus deciduis ornato, in inflorescentia valde ramosa minute pubescente. Folia late ovato-elliptica, apice ± obtusa, marginibus convexis, basi rotundata vel subcordato-rotundata, rarius bre-

viter extenuata, supra viridia parce pubescentia, subtus viridia pubescentia vel albo-tomentosa, petiolo evoluto dense pubescente aucta; nervatio subsimplex vel reticulescens, mediocriter prominula; serratura irregulariter evoluta, constans ex dentibus obtusis ad 3-4 mm. altis, denticulatis, ita ut margines erosi videantur. Inflorescentia amplissime evoluta, valde floribunda, ramosissima, axibus pubescentibus vel canescentibus, verticillastris 2-6 floris distantibus, pedicellis tenuibus glabris vel minute pubescentibus elongatis. Calix parvus, campanulatus, tubo exstriato extus minute pubescente, lobis parvis ovatis subæqualibus, post anthesin auctus globoso-campanulatus, glabrescens, fauce intus lanatus. Corolla calicis os parum excedens, pallide rosea, tubo recto, intus nudo; labri lobi rotundati, parvi, sinu acuto separati; lobi laterales cum labioli lobo medio dejecti et eum lateraliter comitantes, rotundato-truncati, integri, lobo medio stipato-defracto, saccato, apice in limbum parvum bipleuridiatum producto. Stamina supra labiolum declinata, filamentis et marginibus antherarum pilis patentibus crebris barbatis. Stylus cum staminibus declinatus, nudus, apice breviter bifidus. Nuculæ læves, subcompressæ, ovoideæ, fuscæ.

Inflorescentia ad 50 cm. longa. Calix sub anthesi 2 mm. longus, tubo 1,5 mm. longo, dentibus 0,5 mm. longis, post anthesin 3-3,5 mm. longus. Corolla calicis os 2,5 mm. excedens, tubo 3 mm. longo, labro 0,6 mm. alto, lobis lateralibus superficie 0,8 × 0,6 mm., lobo medio 0,8 mm. longo et 0,5 mm. profundo. ♃.

H. elegans, ob habitum a me olim erronee ad *Eriopen* relata, speciei præcedenti arcte affinis est, sed foliis facillime dignoscenda. *H. vitifolia* Pohl, *H. calophylla* Pohl et *H. crispata* Pohl, quibus etiam comparari posset, statim inflorescentia sejungendæ sunt.

Tab. 58, fig. II. — 1 ramus cum inflorescentia, 2 axis secundariu inflorescentiæ sub anthesi; 3 idem axis maturitate; 4 calix apertus; 5 corolla postice fisse et aperta, cum staminibus; 6 labiolum corollinum; 7 stylus.

Sub duobus formis nobis hæc species nota est, nempe :

α. *Var. pascuicola* Briq., var. nov. — Planta ultra 100 cm. alta. Caulis ramique undique breviter adpresse pubescentes, cinereo-virentes, internodiis mediis 3-5cm. longis. Folia petiolo ad 2 cm. longo aucta, subtus pubescentia cinereo-viridia, limbo superficie 4-4,5 × 3-3,5 cm. Bractearum cicatriculæ in inflorescentiæ parte superiore haud sepe denso pilorum conjunctæ. Verticillastri pauciflori. Pedicelli glabri, ad 1,5 cm. longi. — In pascuis ad silvarum oras prope Paraguari. Mart. n. 979, n. 3122.

β. *Var. campicola* Briq., var. nov. — Planta ultra 100 cm. alta. Caulis ramique dense undique canescentes, ad nodos villosi, internodiis mediis ad 10 cm. longis. Foliorum petiolus ad 2 cm. longus, limbus quam in var. præcedente basi magis extenuatus, supra dense adpresse pubescens, subtus ± albotomentosus, tomento tenui nervis reticulatis ± areolato, superficie 5-6 × 3-3,5 cm.. Bractearum cicatriculæ in omnibus inflorescentiæ axibus sepe denso pilorum conjunctæ. Verticillastri multiflori. Pedicelli dense adpresse pubescentes ad 1 cm. longi.— In campis prope Ibitimi. Fabruar. n. 979 a.

Sect. MINTHIDIUM Benth. *Lab. gen. et spec.* p. 128 (p. p.)

H. FASCICULATA Benth. *Lab. gen. et spec.*, p. 130. — Ad margines viarum prope Caaguazu. Mart. n. 994 et 994 a.

Sect. POLYDESMIA Benth. *Lab. gen. et spec.* p. 114.

H. MUTABILIS Briq. = *Nepeta mutabilis* Rich. in *Actes de la Soc. hist. nat. de Par.* ann. 1792, p. 110 = *Hyptis spicata* Poit. in *Ann. du Mus.* VII, p. 474, ann. 1806. — Omnia specimina hujus speciei polymorphæ pertinent ad var. *spicatam* Briq. (*H. spicata* Poit., sensu stricto). — Villa-Rica in silvis, n. 994; ad viarum margines prope Assomption, n. 995; ad ripas fl. Paraguay prope Assomption, n. 1157; ad vias prope Paraguari, n. 4559. Floret Febr. — Apr.

H. TRICHOCALYX Briq., sp. nov. (*Mesosphærum trichocalyx* Briq.). — Herba robusta. Caulis erectus, valde ramosus ramis ascendentibus, præcipue ad angulos aculeato-scaber, viridis vel purpurascens. Folia late ovata, apice breviter acuminata, marginibus infra medium convexissimis, basi late et integriter cuneata, petiolo scabrido longissimo insidentia, supra viridia pilosa, subtus pallidiora parce et adpresse pubescentia; nervatio simplex, haud prominula; serratura constans ex dentibus irregularibus, intus rectiusculis, vel gibbis, extus sæpius denticulatis, culminibus acutis vel obtusis. Spicastrum elongatum, verticillastris dissitis, bracteis

ellipticico-lanceolatis parvis, pedunculis tenuibus cymis subæquilongis, floribus in cyma quaque sessilibus crebris, bracteolis linearibus ciliatis. Calix sub anthesi cylindrico tubulosus, regulariter 10 nervosus, nervis transverse anastomosantibus, glabrescens, ore truncatus, dentibus setaceis ciliatis, tubo multo brevioribus, post anthesin basi valde incrassatas et inflatus et pilis albis crispulis barbatus, parte superiore cylindrica immutata glabrescens. Corolla pallide cœrulea calicis os haud longe excedens, tubo recto intus nudo; labrum lobi oblongo-rotundati, integri, sinu acuto separati; lobi laterales defracti labioli lobum medium lateraliter comitantes, truncato-rotundati, integri, lobo medio stipato-defracto, parum profunde saccatus, marginibus subintegris, apice leviter subemarginiatus. Stamina supra labiolum declinata, filamentis antheris glabris. Stylus cum staminibus declinatus, nudus, apice minute et vix bilobus. Nuculæ oblongo-ovoideæ, fuscæ, læves.

Planta ultra 80 cm alta, caulis internodiis mediis 4-9 cm. longis. Foliorum petiolus 2-3 cm. longus, limbus superficie 2,5-4 × 1,5-3 cm.; dentium culmina 1-2 mm. alta et 3-5 mm. distantia. Spicastrum ad 25 cm. longum, verticillastris 0,5-2 cm. distantibus, pedunculis 0,3-0,6 mm. longis. Calix sub anthesi 2 mm. longus, tubo, 5 mm. longo diametro 0,5 mm., dentibus 0,5 mm. longis, maturus ad 8 mm. longus, basi hirta 2,5 mm. latus. Corolla calicis os 3 mm. excedens, tubo 2,5 mm. longo, labri 1,5 mm. longi lobis sinu 0,5 mm. profundo separatis, lobis lateralibus superficie 1 × 0,8 mm., lobo medio 1,5 mm. longo et 0,5 mm. profundo.

In paludibus ad Cosme, inter Villa-Rica et Caaguazu. Mart. n. 996.

Hæc species valde affinis *H. mutabili* Briq., *H. tenuifloræ* Benth. et *H. multisetæ* Benth. A priore differt calice basi maturitate inflato-villoso, ab altera praeter hanc notam ramis ad angulos scabris nec bifariam pubescentibus et a posteriore calicis parte inflata villosa nec non dentibus brevioribus.

H. ALTHEÆFOLIA Pohl ap. Benth. *Lab. gen. et spec.* p. 115. — In pascuis prope Santa Barbara, n. 978; in planitie Itape n. 978 a; in campis prope Caaguazu, n. 978 b. — Flor. Decembr. Apr.

H. HIRSUTA Kunth in Humb. et Bonpl. *Nov. gen. et spec. amer.* II, p. 313. — In catena Cordillère de Peribebuy, in pascuis, n. 1161 et in silvarum calvitiis n. 4561; in planitie Pyraiu, n. 1161 a. — Fl. Januar. Jun.

Sect. MULLEROHYPTIS Briq.

Florum capitula semi-globosa, demum depresso-globosa, dense multiflora. Bracteolæ longissime lineares, setaceæ. Cymarum axes omnes ± evolutæ, sympodiis monochasialibus horizontaliter extensis, bracteolis fulcrati. Receptaculum subnudum. Calix primo subcampanulatus, dein longe tubulosus, rectus, ± pilis præditus sed haud lanatus, dentibus ex ore truncato setaceis. Corolla calicem superans. Stamina filamentis nudis. Stylus apice subinteger. Nuculæ ovoideæ. — Herba erecta, capitulis pedunculatis in paniculum terminalem dispositis.

Sectio nova, magistro nostro clarissimo Müller Arg.[1] dicata, calicis forma, capitulorum dispositione et habitu sectioni *Cephæohyptidi* Benth. proxime accedit, pulcherrime differt autem cymarum sympodiis monochasialibus evolutis.

H. MULLERI Briq. (*Mesosphærum Mülleri* Briq.). *Frag. Monogr. Lab.*, I p. 93. (1889). — Herba elata, valde robusta, caule ramosissimo, ramis ascendentibus crassis et valide tetragonis, inferne glabrescente, superne breviter et parce (præcipue ad angulos) pubescente. Folia subsessilia, deflexa, sæpe plicata, latissime ovata, apice obtusa vel subacuta, marginibus infra medium convexissimis, basi cordata, supra atroviridia, subtus pallidiora, utrinque pilis brevibus sparsis setulosis ornata; nervatio reticulescens, subtus ± prominula; serratura constans ex crenis vel dentibus crenatis valde irregularibus mediocribus culminibus obtusis vel acutis. Pedunculi sub anthesi breves, maturitate longissimi, parce pubescentes, ascendentes, inflorescentiam paniculatam pulchram efficientes. Capitula maxima, latiora quam alta, bracteolis setaceis longissimis glabrescentibus calices subæquantibus subglabris ornata, maturitate ex luteo aurantiaca, simpodiis cymarum sub anthesi brevibus, post anthesin elongatis nitidis. Calix sub anthesi tubuloso-campanulatus, subsessilis, tubo subexstriato, tenuiter prorsus pubescente, dentibus lanceolato-setaceis, tubum subæquantibus; post anthesin longissime syphonoideo-tubulosus, membranaceus, subglaber, nervis parte inferiore parallele sitis superne in tubi parte ampliata transverse anastomosantibus, dentibus setaceo-lanceolatis rigidulis

1 Nunc interea morbo infelici e vita discessus.

tubo duplo brevioribus. Corolla alba, tubo superne sensim ampliato, intus nudo, calicis os excedens; labri lobi superiores, erectiusculi, rotundati, lobi laterales eadem forma, breves, labiolum haud comitantes; labiolum stipato-deflexum, basi breviter unguiculatum, subito ampliatum et saccatum sed haud profunde, apice brevissime emarginatum. Stamina supra labiolum declinata, filamentis antherisque glabris. Stylus cum staminibus declinatus, apice fere integer, nudus. Nuculæ ovoideæ, atro-fuscæ, levissime rugosulæ.

Herba ultra 70 cm. alta. Caulis internodia media brevia, 2-3 cm. longa, in inflorescentia magis elongata. Foliorum lamina superficie 2-2,5 × 1,8-2,5 cm.; crenarum vel dentium culmina 0,5-2 mm. alta et 2-5 mm. distantia. Inflorescentia pulcherrime paniculata ad 20 cm. longa. Pedunculi sub anthesi 1-1,5 cm. post anthesin ad 4 cm. longi. Capitula juniora sect. long. 1 × 1,3 cm., demum 1,5 cm. alta et 2-3 cm. lata, sympodiis 0,5-1 cm. longis. Calix sub anthesi 5 mm. longus, tubo 2 mm. longo, dentibus 3 mm. longis, post anthesin ad 1 cm. longus, tubo 6-7 mm. dentibus 3-4 mm. longis. Corolla calicis os circa 7 mm. excedens, tubo basi vix 1 mm. lato, ad faucem circa 2 mm. lato, labri lobis circa 0,5 mm. altis, labiolo 2 mm. longo et 1 mm. profundo. ♃.

Santa-Barbara, prope Villa-Rica, in pascuis. Mart. n. 1000; in pascuis catenæ Cordillère de Peribebuy. Januar. n. 1158.

Tab. 59. — 1 ramus cum inflorescentia; 2 capitulum; 3 sympodium monochasiale capitulo desumptum; 4 flos totus; 5 calix apertus; 6 corolla postice fissa et aperta, cum staminibus; 7 stylus.

Sect. CEPHALOHYPTIS Benth. *Lab. gen. et spec.*, p. 103.

H. mirabilis Briq. (*Mesosphærum mirabile* Briq.) *Fragm. Monogr. Lab.* I, p. 94. (1889). — Planta mediocris Rhizoma napiforme, magnum, crassum, lignosum, caules crebros erectos superne ramosos proferens, herbaceos, duros, basin versus glabrescentes, superne pilis rufo-ferrugineis, crispulis, vittiformibus omnino obtectus. Folia sessilia, ovato-elliptica, basi rotundata, marginibus longe convexis, apice obtusa vel subacuta, utrinque viridia, dura, nitidula, subglabra, glandulis sessilibus obsita, nervatio simplex, margines versus reticulescens, areolis laxissimis, nervis parum prominulis limbum haud rugantibus; serratura constans ex

dentibus crenatis, raris, mediocribus, extus convexis, vel gibbis, intus rectiusculis, culminibus prorsus versis acutis vel obtusis. Capitula crebre ad apices ramorum corymbose disposita, pedunculis infra capitula incrassatis et densissime crispule ferrugineo-villosis. Bracteæ involucrales capitula radiantes lanceolatæ vel ovato-lanceolatæ, superne glabræ, glandulosæ, margine ciliatæ, apice subulatæ subaristatæ, nervis albis in limbo viridi valde evidentibus. Calix sessilis, tubuloso-campanulatus, post anthesin accretus, funiculis primariis 5 valde evidentibus, tubo inferne dense pubescente, superne glabro et glanduloso, dentibus lanceolato-acuminatis, rigidis, robustis, ciliatis. Corolla albo-rosea, tubo dentes calicinos haud superante, sensim ampliato, intus nudo ; labrum bilobum, lobis rotundatis alte connatis; labioli lobi laterales ovato-oblongi, integri, apice pilosi, sinu valde profundo a labro separati, lobus medius, stipato-deflexus, apice emarginatus, saccatus, extus dense villosus. Stamina supra labiolum declinata, filamentis antherisque glabris. Stylus cum staminibus declinatus. Nuculæ fuscæ, ovoideæ, læves.

Planta ad 30 cm. alta. Caulium internodia media 3-4 cm. longa. Folia superficie 3-4 × 1,5-2,3 cm. ; dentium culmina 1-1,5 mm. alta et 2-5 mm. distantia. Pedunculi 3-6 cm. longi. Capitula 2-2,5 cm. lata. Bracteæ involucrales superficie 9-11 × 4-5 mm. Calix sub anthesi 4 mm. longus, dentibus 1,5-2 mm. longis, post anthesin 7 mm. longus, tubo 3 mm. longo, dentibus 3-4 mm. longis. Corollæ tubus 5 mm. longo, basi 1 mm. latus, fauce 2 mm. latus ; labrum 2 mm. altum, lobis sinu 0,7 mm. profundo separatis ; labiolum ultra 4 mm. longum, lobis lateralibus superficie 1,5-2 × 1 mm., lobo medio 2.5 mm. longo et fere 1 mm. profundo.

In collibus incultis prope Villa-Rica. Oct. n. 997.— *H. mirabilis* valde affinis *H. cæspitosæ* St. Hil. cujus habitus habet. Hæc species autem ut videtur foliis ovatis, inæqualiter serratis, bracteis pubescentibus, nec non pedunculis sub capitulis incrassato-villosis distinguitur. *H. alutaca* Pohl quæ etiam proxima foliis supra scabro-hispidis, subtus villosis, calicis dentibus basi angustioribus etc. statim discrepat. *H. Tweedi* differt foliis bracteisque villosis et calice.

Tab. 60, fig. 2. — 1 ramus cum inflorescentia ; 2 flos totus ; 3 calix apertus ; 4 corolla postice fissa et aperta cum staminibus ; 5 stylus.

H. ELLIPTICA Briq., sp. nov. (*Mesosphærum ellipticum* Briq.). — Frutex parvus, ramis ± herbaceis glabrescentibus superne dense pilis crispulis vittiformibus

obtectis, rigidis, valde ramosis. Folia sessilia auguste elliptica, vel oblonga, apice obtusa vel subacuta, marginibus longe et parum convexis, basi rotundato-extenuata, dura, subcoriacea, utrinque glabra vel fere glabra, viridia, nitidula, nervatio simplex, funiculis albis in pagina inferiore viridi evidentibus, limbum haud rugantius; serratura nulla, vel margines cæterum integerrimi apice tantum dente uno alterove parvo obscure ornati. Capitula longe pedunculata, pedunculis densissime et crispule ferrugineo-villosis, hemisphærica, bracteis lanceolatis apice acuminato-aristulatis, viridibus, nervosis, subglabris, capitulum parum excedentibus. Calix sub anthesi tuboloso-campanulatus, tubo 10 nervato, dentibus ex basi lata lanceolato-aristatis, post anthesin longe tubulosus basi villosus, superne glabrescens. Corolla (colore adhuc ignoto) calicis dentes haud superans, tubo jam fere a basi ampliato, intus nudo ; labrum bilobum, lobis alte connatis integris, apice pilis longis præditis ; labiolum sinubus rotundatis profundis a labro separatum, lobis ovato-rotundatis, integris, apice pilosis; lobo medio stipato-defracto, apice emarginato, primo breviter unguiculato dein ampliato et haud profunde saccato, extus dense piloso. Stamina supra labiolum declinata, filamentis antherisque nudis. Stylus cum staminibus declinatus, apice subinteger. Nuculæ ovoideæ, læves, fuscæ.

Frutex circa 50 cm. altus. Ramorum internodia media 2-3 cm. longa. Folia superficie 2-3 × 0,7-1,3 cm. Pedunculi 2-3,5 cm. longi. Capitula diametro 1,5-2 cm., bracteis superficie 8-10 × 2,5-3,5 mm. Calix sub anthesi circa 6 mm. longus, tubo 4 mm. longo, dentibus 2,5 mm. longis. Corollæ tubus 4 mm. longus, basi 1 mm. latus, fauce 2,5 mm., labri 2 mm. longi lobis sinu acuto 0,5 mm. profundo separatis, labioli 3-4 mm. longi lobis lateralibus superficie 1,8 × 1 mm. lobo medio 2,5 mm. longo et circa 1 mm. profundo.

In Paraguay, loco haud indicato. Mart. n. 998. — Foliis sessilibus, nitidulis, subglabis, capitulis pedunculatis, bracteis latis, calicibus xylodontibus ad *H. protœoidem* St-Hil. et *cœspitosam* St-Hil. accedit. Facile dignoscitur foliis lanceolato-ellipticis, subintegris, indumento et structura caulium.

Tab. 60, fig. I. — 1 ramus cum capitulis ; 2 flos totus ; 3 calix apertus ; 4 corolla postice fissa et aperta ; 5 stylus.

H. STEREOCAULOS Briq., sp. nov. (*Mesosphærum stereocaulon* Briq.). — Herba elata, basi frutescens. Caulis elatus, brachiato-ramosus, internodiis elongatis, ad

angulos dense prorsus pilosus, faciebus glabrescens, sæpe purpurascens. Folia oblongo-elliptica, sat crassa, apice obtusa vel rotundata, marginibus longe et leviter convexis, basi cuneatim extenuata, petiolata, supra dense adpresse pubescentia, viridia, subtus tomentella, cinerea ; nervatio reticulata vel subreticulata, nervis medio secundariisque subtus prominulis paginam superiorem aliquantulum fodientibus, areolis parvis; serratura constans ex crenis parvis, crebris, sat regularibus. Capitula in paniculis elongato-corymbubosis pulchris terminalibus disposita, sat parva, pedunculis dense pubescentibus prædita, bracteolis apice dense rigidis capitulo brevioribus omnibus setaceo-lanceolatis. Calix sessilis, sub anthesi tubuloso-campanulatus, maturitate tubulosus, basi dense et rigide prorsus villosus, superne glaber vel subglaber sat valide 10 nervius, nervis transverse anastomosantibus, dentibus triangulari-lanceolatis apice rigidis peracutis maturitate tubo multo brevioribus. Corolla exserta alba, tubo basi cylindraceo, sensim ampliato, intus et extus glabro; labrum subæqualiter 4 lobum, lobis rotundatis extus recurvis ; labiolum stipato-defractum concavum vix cymbæforme, extus dorso pubescens, apice minute bi-tripleuridiatum. Stamina supra labiolum defracta, filamentis antherisque glabris. Stylus cum staminibus defractus, apice subinteger. Nuculæ fuscæ, læves.

Planta ad 100 cm. alta. Caulis internodia media 7-10 cm. longa. Foliorum lamina superficie 5-6 × 2-3 cm., petiolus villosus ad 1 cm. longus. Crenarum culmina 0,5-1,5 mm. alta et 1,5-3 mm. distantia. Paniculæ totæ sæpe ultra 30 cm. altæ. Capitula sect. long. 6-8 × 7-16 mm. Bracteæ exteriores ad 5 vel 6 mm. longæ, basi 1 mm. latæ. Calix immaturus circa 4 mm. longus, post anthesin 5 mm. longus, tubo 4 mm. longo, dentibus 1,2 mm. longis, basi 0,7 mm. latis. Corolla calicis os 2-3 mm. excedens, tubo 5 mm. longo, labri lobis inubus 0,5 mm. profundis separatis et 0,8-1 mm. latis, labiolo 2,5 mm. longo et 0,8 mm. profundo.

In collibus inter Santa-Barbara et Cosme. Mart. n. 1004.— Hæc *Hyptis* foliorum forma *H. ferrugineam* Benth. æmulat, ut et *H. confertam* Pohl et *lutescentem* Pohl ; distinguitur autem capitulis parvis, pulcherrime pyramidaliter paniculatis, bracteis parvis angustis rigidis et calicis dentibus brevibus ut in *H. monticola* Mart., *rotundifolia* Benth., etc.

Tab. 61, fig. II. — 1 ramus cum inflorescentia ; 2 axis secundarius inflorescentiæ desumptu ; 3 flos totus; 4 calix apertus; 5 corolla postice fissa et aperta, cum staminibus ; 6 stylus.

H. TRICHONEURA Briq., sp. nov. (*Mesosphærum trichoneurum* Briq.). — Herba valde elata. Caulis robustus, ramis longis robustis ascendentibus, ad angulo-breviter prorsus pubescens, faciebus subglabris, superne undique prorsus canos pubens, sæpe purpurascens, internodiis elongatis. Folia oblongo-lanceolata, apice acuminata, marginibus medio vel ultra medium convexibus, basi integriter in petiolum longum subalatum extenuata, membranacea, supra atro-viridia, glabrescentia vel pilis sparsis paucis prædita ad nervos medium secundariosque adpresse prorsus pubescentia, subtus pallide virentia pilis sparsis paucis prædita vel glabrescentia, ad nervos precipue medium secundariosque dense canescentia; nervatio simplex subtus prominula; serratura constans ex dentibus robustis, irregularibus, prorsus versis, extus convexiusculis vel undulatis, intus rectis vel convexiusculis, culminibus acutis vel obtusiusculis. Capitula demum omnino globosa racemosa ad apices ramorum disposita, pedunculis elongatis, dense canescentibus præditis, bracteis capitula axillantibus foliis similibus sed multo minoribus. Bracteæ involucrales exteriores capitulorum lanceolatæ, virides, pubescentes, demum deflexæ, capitulum excedentes. Calix sub anthesi tubuloso-campanulatus, maturitate urceolateo-tubulosus, tubo basi prorsus piloso, superne glabrescente, 10 nervius, dentibus e basi lata triangulari setaceo-aristatis, ciliatis, rigidis, lutescentibus, tubo brevioribus. Corolla alba calicem excedens, tubo basi cylindraceo sensim ampliato, intus et extus glabro; labrum subæqualiter 4 lobufn, lobis rotundatis parvis, marginibus integris; labiolum defracto-stipatum concavum, parvum, cymbæforme, apice integrum, extus villis longis præditum marginibus ± minute pleuridiatis. Stamina supra labiola defracta, antheris filamentisque glabris. Stylus glaber cum staminibus defractus, apice minute bilobum. Nuculæ fuscæ, læves.

Planta circa 100 cm. alta. Caulis internodia media 6-15 cm. longa. Foliorum lamina superficie 8-9 × 3-2,5 cm., petiolus 2-3 cm. longus ; dentium culmina 1-2 mm. alta et 4-8 mm. distantia. Capitulorum racemi ad 25 cm. longi, pedunculis 1-3 cm. longis, internodiis capitulorum paria separantibus 6.. 5...3... cm. longis. Capitula maturitate sect. long. 1,5 × 1,8 cm., bracteis involucralibus ad 9 mm. longis, basi 1-2,5 mm. latis. Calix sub anthesi 4 mm. longus, post anthesin 5 mm. longus, tubo 2,5-3 mm. longo, dentibus 2-2,5 mm. longis basi 0,8 mm. latis, arista 0,1 mm. lata. Corolla calicem 1-2 mm. excedens, tubo 4 mm. longo labri lobis 1 mm. latis, sinubus 0,3 mm. profundis separatis, labiolo 2 mm longo et fere 1 mm. profundo, ungue tantum 0,3 mm. lato.

In pratis uliginosis ad Caaguazu. Mart. n. 1159. ♃.

Habitu et foliorum forma species hæc *H. radiatam* Willd. boreali-americanam in mentem revocat. Differt autem calice xylodonte, indumento pedunculorum et nervorum foliarium. Inter *Xylodontas* positionem propriam in vicinate *H. confertæ* Pohl et *H. ferrugineæ* Benth. nuncupat.

H. cinerea Morong *An enum. of the plants collect. in Paraguay* p. 200 (*Mesosphærum cinereum* Briq.) = *H. Michelii* Briq. ined. — Herba elata, ramosa. Radices crebræ, fibrosæ. Caulis robustus ramis ascendentibus, undique breviter prorsus pubescentibus, internodiis elongatis. Folia lanceolata vel oblonga, lanceolata, apice acuminata, marginibus longe sed sat leniter convexis, basi in petiolum cuneiformiter extenuata, supra viridia adpresse pubescentia, subtus densius pubescentia vel tomentella, cinerea membranacea ; nervatio simplex vel subsimplex, parum prominula ; serratura constans ex dentibus robustis sat crebris, irregularibus, intus rectiusculis, extus undulatis vel concavis, culminibus acutis prorsus versis. Capitula racemose ad ramorum apices-disposita, foliis tantum sensim in bracteas forma minore distinguendas transeuntibus, pedunculata, pedunculis mediocribus adpresse prorsus pubescentibus, demum globosa, bracteis involucralibus maturitate capitulum aliq. excedentibus vel æquantibus ; deflexis, lanceolatis, pubescentibus, nervo medio valido præditis, apice viridi acuminatis. Calix sessilis, sub anthesi tubuloso-campanulatus, tubo membranaceo, glabrescente sat valide 10 nervio, nervis anastomosantibus, maturitate tubulosus vel urceolato-tubulosus, dentibus ex basi lata, longe aristato-subulatis, rigidis, ciliatis. Corolla alba calicem excedens ; tubus jam a basi multo latior quam in speciebus præcedentibus superne pro genese ampliatus, ore obliquo ; labrum breviter 4 lobum, lobis rotundatis minutis, marginibus integris ; labiolum stipato-defractum, ungue tenui, concavo-cymbæforme, apice rotunde bipleuridiatum, marginibus recurvo-patentibus minutissime fimbriatis, dorso villis longis præditum. Stamina supra labiolum declinata, filamentis antherisque glabris. Stylus cum staminibus declinatus, glaber, apice minute bilobus. Nuculæ læves, longe ellipsoideæ, fuscæ.

Planta 50-80 cm. alta. Caulis internodia media 6-10 cm. longa. Foliorum lamina superficie 4-5 × 1.2-1,5 cm., petiolus 0,5-1,5 cm. longus ; dentium culmina 1-1,5 mm. alta et 2-4 mm. distantia. Pedunculi 1-2 cm. longi. Capitula matura sect. long. circa 1,2 × 1,5 cm. Bracteæ involucrales extus pubescentes

circa 5-7 mm. longæ, basi 1-2 mm. latæ. Calix sub anthesi 4,5 mm. longus, maturitate 5,5-7 mm. longus, tubo 3,5-4 mm. alto, dentibus 2,5-3 longis, basi 0,8 mm. latis, arista tantum 0,1 mm. lata. Corolla calicis os 2-3 mm. excedens, tubo 5-6 mm. longo, superne diametro 2 mm., labri lobis 0,8 mm. latis, sinubus 0,5 mm. separatis, labiolo 3,5 mm. longo, ungue 0,4 mm. lato, parte cymbæformi 0,6 mm. profunda, marginum parte plana 0,6 mm. lata, sinu pleuridias apicales separante 0,3 mm. profundo. Nuculæ 1,1 mm. altæ.

In locis paludosis planitiei Paraguari. Déc. n. 1006; in pratis humidis ad Yaguaron. Jun. n. 1006a; in pratis uliginosis ad Borja inter Villa-Rica et Caaguazu Nov. n. 1006c (juven.)

Præcedenti affinis, hæc species facile foliorum forma et indumento, ut et floris præcipue autem corollæ conformatione distinguitur.

Tab. 61, fig. I. — 1 rami cum inflorescentia; 2 nodus cum capitulo et folio axillari; 3 flos totus; 4 calix apertus; 5 corolla postice fissa et aperta cum staminibus; 6 stylus.

H. PARAGUAYENSIS Briq., sp. nov. (*Mesosphærum paraguayense* Briq.). — Herba elata. Caulis robustus, ramosus, ramis ascendentibus, internodiis elongatis, faciebus glabris vel subglabris, ad angulos prorsus breviter pilosus. Folia latissime ovata, apice obtusa vel subacuta, marginibus infra medium valde convexis, basi rotundato-subcordata, petiolo longissimo piloso prædita, supra et subtus viridia, pilis raris sparsis brevibus prædita, subtus minute glandulosa, tenuia, membranacea, magna; nervatio simplex, haud prominula; serratura constans ex crenis irregularibus, superficialibus ± nobis, arcus elongatos vel trapezos variabiles constituentibus. Capitula in axillis pedunculata, vix racemum evolutum constituentia, pedunculis, piloso-pubescentibus elongatis, demum globosa, mediocria. Bracteæ involucrales ovatæ, latæ, apice obtusæ vel subobtusæ, marginibus convexis, virides, pubescentes, capitulum pivenius superantes. Calix sessilis, sub anthesi campanulatus, post anthesin tubulosus tubo membranaceo tenui 10 nervio, dentibus lanceolato-subulatis brevibus. Corolla albescens, calicis os vix excedens, parva; tubus brevis, cylindraceus, tenuis, superne ampliatus; labrum 4 lobum, lobis rotundatis, minutis, marginibus integris; labiolum stipato-defractum, concavum, haud profundum, dorso villis longis præditum, apice obscure pleuridiatum. Stamina supra labiolum declinata, antheris filamentisque glabris. Stylus cum staminibus declinatus, glaber, apice minute bilobus. Nuculæ minutæ, fuscæ, læves, ovoideæ.

Planta ad 100 cm. alta. Caulis internodia media 8-15 cm. longa. Foliorum lamina superficie 6-8 × 4-6 cm., petiolus 2-4 cm. longus; crenarum culmina 1-2 mm. alta et 2-7 mm. distantia. Pedunculi 3-6 cm. longi. Capitula sub anthesi 1 cm. lata, maturitate sect. long. 1-2 × 1,5 cm. Bracteæ superficie 6 × 2-3 mm. Calix sub anthesi circa 2,5 mm. longus, tubo circa 1,5 mm. longo, dentibus 1 mm. longis, maturitate 5 mm. longus, tubo 4 mm. alto, dentibus 1 mm. longis. Corolla dentes calicinos haud excedens, tubo 2 mm. longo, labri lobis 0,7 mm. latis sinubus circa 0,2 mm. profundis separatis, labiolo 1,5 mm. longo et 0,5 mm. profundo. Nuculæ 0,6 m. longæ. ♃.

In aquilegio exsiccato silvæ Yaguaron. Febr. n. 1002; in fossis ad Bopi-Cua prope Yaguaron. Oct. n. 5121.

Bracteis involucralibus ampliatis cum *H. lantanæfolia* Pohl et *H. atrorubente* Poit. ab omnibus sect. *Cephalohyptidis* speciebus vulgaribus differt. A priore differt foliorum forma, calice maturitate haud xylodonte, a posteriore facile distinguitur caule erecto, foliorum forma, et calicis dentibus multo brevius setaceis. *H. petiolaris* Benth., quæ in clave analytica a cl. Bentham (*Lab. gen. et spec.* p. 101) data cum *H. paraguayensi* confundi posset, valde differt foliis inciso-serratis, capitulis multo majoribus, bracteis venosis capitula superantibus et calicibus xylodontibus.

Tab. 62, fig, I. — 1 planta tota; 2 nodus cum capitulis et foliis axillaribus; 3 flos totus; 4 calix apertus; 5 flos postice fissus et apertus, cum staminibus; 6 stylus.

H. BREVIPES Poit. in *Ann. Mus. hist. nat. Par.* VII p. 455. — Ad ripas arenosas fl. Rio-Paraguay. Apr. n. 1007; in pratis humidis ad Villa-Rica. Déc. n. 1007a; in pratis uliginosis ad Yaguaron. Jun. n. 1007b; in locis inundatis ad Luque. Mart. n. 1007c.

Omnia specimina acl. Balansa lecta ad var. *vulgarem* Briq. spectant foliis oblongo-lanceolatis irregulariter inciso-serratis, adpresse pilosis.

H. CAPITATA Jacq. *Icon. rar.* I tab. 114. — In silvis humidis paludosisque ad Caaguazu. Mart. n. 1003.

H. BARBARENSIS Briq., sp. nov. (*Mesosphærum barbarense* Briq.). — Herba elata, erecta. Caulis mediocris, parum ramosus, ramis ascendentibus, internodiis

mediis elongatis, faciebus glabris vel subglabris, ad angulos pilosis. Folia late ovata, apice obtusa vel subacuta, marginibus infra medium convexioribus, basi rotundata vel subcordata, petiolo elongato aucta, tenuia, utrinque viridia, glabra, subtus ad nervos pilosula ; nervatio simplex vel subsimplex subtus vix prominula ; serratura constans ex dentibus crenatis parvis, crebris, extus convexis, intus rectis, culminibus acutis vel obtusis prorsus versis. Pedunculi ad axillas florum elongati, tenuiter pilosuli, graciles, foliis superioribus vix ad bracteas reductis, ita dispositio racemiformis obscura efficitur. Capitula parva, demum sphærica, bracteis sub anthesi capitulum superantibus, dein deflexis lanceolatis, viridibus. Calix sessilis sub anthesi tubuloso-campanulatus, tubo membranaceo 10 nervio, dentibus brevibus lanceolato-setaceis, fauce intus pilosus; post anthesin longe tubulosus. Corolla alta, calicis os vix excedens, tubo jam basi sat lato intus et extus viride, fance obliqua ; labrum 3 lobum, lobis superioribus a lateralibus sinu profundiore separatis, omnibus rotundatis, marginibus integris ; labiolum stipato-defractum, concavum, post unguem cordatum, parum profundum, dorso villis præditum, marginibus subintegris. Stamina filamentis antherisque glabris supra declinata. Stylus glaber cum staminibus declinatus, apice breviter 2 fidus. Nuculæ parvæ, ovoidæ, læves.

Planta circa 60 cm. alta. Caulis internodia media 4-7 cm. longa. Foliorum lamina superficie 3,5-4 × 2,2-3, 5 cm., petiolo 1,5-2 cm. longo ; dentium culmina 0,5-0,8 mm. alta et 2-3 mm. distantia. Pedunculi ad 3 cm. longi. Capitula matura sect. long. circa 1 × 1 cm. Calix sub anthesi 3 mm. longus, post anthesin 5,5 mm. longus, tubo 4,5 mm. alto, dentibus 1 mm. altis. Corollæ tubus 3-4 mm. longus ; labri lobi superficie 0,5 × 0,7 mm. ; labiolum 1,5 mm. longum et 0,5 mm. profundum.

In pascuis prope Santa Barbara. Mart. n. 1160.

H. barbarensis pertinet ad gregem systematice valde difficilem sect. *Cephalohyptidis*, nempe ad gregem *Vulgarium* Benth. Appropinquat ad *H. capitatam* Jacq. calicibus valde membranaceis dentibus setaceis, sed capituli multo minores. Folia ovato-elliptica debiliter crenato-dentata speciem nostram iterum admovent ad *H. inamœnam* Benth., cujus tamen capitula floresque diversa. Denique cum *H. brevipede* Poit. hæc species affinis est sed hæc capitulis subsessilibus, calixe maturitate magis campanulato, et foliorum serratura differt.

H. MOLLIS Pohl in *Benth. Lab. gen. et spec.* p. 105 (1833). = *H. Balansæ* Briq. *Fragm. Monogr. Lab.* I p. 94 (1889).— In collibus inter Santa-Barbara et Cosme. Dec. n. 1005.

Sect. CYRTA *Benth. Lab. gen. et spec.* p. 81 (emend.)

H. DUMETORUM Morong *Enum. plants collect. in Paraguay* p. 200. (*Mesosphærum dumetorum* Briq.). — *H. cyrtostoma* Briq. ined. — Herba elata. Caulis robustus, valde ramosus, ramis ascendentibus, patule vel aliq. obverse pilosus, viridis vel basi rubescens, internodiis mediis elongatis. Folia late ovata, apice obtusa vel subacuta, marginibus infra medium convexioribus, basi subcordata vel breviter rotundato-extenuata, petiolo villoso aucta, aliq. rugosa, utrinque viridia, vel subtus cinerascentia, molliter villosa haud crassa ; nervatio subsimplex vel reticulescens, subtus $\pm$ prominula ; serratura constans ex dentibus crenatis sæpe compositis irregularibus, extus convexis, intus rectiusculis, culminibus $\pm$ acutis prorsus versis. Capitula breviter pedunculata, in racemos elongatos terminales disposita maturitate globosa. Pedunculi ut et axis primarus dense pubescentes. Calix maturus longe tubulosus, tubo ad $^1/_3$ incurvo, prominule 10 nervio, nervis transverse anastomosantibus, basin versus præcipue pilosus ; dentibus aristato-setaceis ore divergentibus, inæqualibus, superioribus aliq. longioribus, altius connatis. Corolla et genitalia desunt.

Planta sæpe ultra 80 cm. alta. Caulis internodia media 5-8 cm. longa. Foliorum lamina superficie 5-6 $\times$ 4-5 cm., petiolus ad 2 cm. longus; dentium culmina 1-2 mm. alta et 2-4 mm. distantia. Capitulorum racemi ultra 20 cm. longi, internodiis 5..4..3... cm. longis, pedunculis 0,5-1,5 cm. longis. Capitula matura sect. long. circa 1-1,5 $\times$ 1,8 cm. Calix maturus circa 6-7 mm. longus, tubo siphonoideo 4-5 mm. longo, dentibus aristatis 1,5-2 mm. longis. Corolla ex cl. Balansa cœrulea.

Ad margines viarum prope l'Assomption. Maj. n. 1009 ; in silvarum calvitiis catenæ « Cordillère de Peribebuy» dictæ. Apr. n. 4556.

H. dumetorum affinis est *H. brunnescenti* Pohl et *H. desertorum* Pohl ; ambo differunt autem primo aspectu ramis tomentosis et capitulis molliter villosis.

Tab. 62, fig. II. — 1 planta tota ; 2 nodus cum capitulis et foliis axillaribus ; 3 calix fructifer totus ; 4 calicis maturi pars superior antice fissa et aperta ; 5 calix ante anthesin.

H. INCANA Briq. *Fragm. Monogr. Lab.* I p. 92 (1889). (*Mesosphærum incanum* Briq.) — Suffrutex basi trunco tuberoso-lignoso præditus. Rami ± herbacei, superne undique gossipino-vestiti, argentei, internodiis brevibus. Folia sessilia, oblonga, apice breviter acuminata, marginibus leviter convexis, basi rotundata, utrinque gossipinos-lanata, argentea ; nervatio simplex, subtus prominula ; serratura constans ex dentibus parvis, crebris, extus convexiusculis, intus rectis, culminibus ± acutis prorsus versis. Capitula pseudo-terminalia, ad apices ramorum axillaria, sphærica, pedunculis valde elongatis argentus ; bracteolis involucralibus setaceis. Calix sessilis sub anthesi campanulatus, dense villosus, dentibus setaceis, elongatis, apice clavato-obtusis molliter villosis ; calix post anthesin valde elongatus, tubo siphonoideo-incurvo. Corolla pallide cœrulea, caliciso longe superans ; tubus cylindraceus, tenuis, valde elongatus, longe exsertus, superne tantum aliq. ampliatus, intus et extus nudus, apicem versus tantum extus pilosulus ; labrum 4 lobum, lobis oblongis, obtusis, apice pilosis, marginibus integris ; labiolum stipato-defractum, saccatum, apice breviter emarginatum fere glabrum. Stamina supra labiolum declinata, filamentis apicem versus aliq. pilosis, antheris glabris. Stylus glaber, longe exsertus, apice minutus bilobus. Nuculæ ovoideæ læves.

Planta circa 60 cm. alta. Caulis internodia media 1,5-3 cm. longa. Folia superficie 2,5-5 × 1-2,3 cm. ; dentium culmina 0,1-0,5 mm. alta et 0,5-2 mm. distantia. Pedunculi 3-6 cm. longi. Capitula sect. long. circa 1,5 × 2 cm. Bracteolæ involucrales incanæ ad 5 mm. longæ. Calix sub anthesi 5 mm. longus, tubo 2 mm. alto, dentibus ad 3 mm. longis, post anthesin 7-8 mm. longus. Corolla calicis os 5-6 mm. excedens, tubo 6 mm. longo, labri lobis superficie 2 × 1 mm., labiolo 2,5 mm. longo et 1,5 mm. profundo. Stylus rectus corollæ os 3 mm. excedens.

In collibus inter Santa-Barbara et Borja sitis. Mart. n. 1001.

Ab omnibus notis speciebus in sect. *Cyrta* differt tam florum structura et foliorum forma, quam præcipue indumento valde mirabili.

Tab. 63, fig. II. — 1 ramus cum capitulis ; 2 flos totus ; 3 calix apertus ; 4 corolla postice fissa et aperta, cum staminibus.

H. POLIODES Briq., sp. nov. (*Mesosphærum poliodes* Briq.). — Suffrutex ramosus, ramis ascendentibus, adpresse et tenuiter incano-tomentosis, internodiis mediis 1-2 cm. longis. Folia sessilia, apice obtusa vel breviter acuminata, marginibus longe et tenuiter convexis, basi rotundato-cuneatis, sessilibus, utrinque tenuiter tomentelle incana-cinerea ; nervatio simplex vix prominula ; serratura constans ex dentibus crebris, parvis, extus convexis, intus rectis vel concaviusculis, culminibus acutis prorsus versis. Capitula pseudo-terminalia, ad apices ramorum axillaria, longissime pedunculata, globosa, pedunculis pubescentibus, bracteis setaceis. Calix sessilis, sub anthesi campanulatus, tubo valde villoso, dentibus clavato-setaceis villosis, post anthesin valde elongatus, tubo siphonoideo-incurvo. Corolla exserta, cœrulea ; tubus cylindraceus, tenuis, valde elongatus, intus et extus nudus, superne tantum aliquantulum ampliatus ; labrum 4 lobum, lobis rotundatis integris, apice parcissime pilosis ; labiolum stipato-defractum, extus pillosellum, cymbæforme, profundum. Stamina supra labiolum declinata, filamentis superne pilosis, antheris glabris. Stylus sub labro incurvo-ascendens, glaber, apice capite clavato vix minute bilobo finitus. Nuculæ ovoideæ, læves.

Caulis internodia media 1-1,8 cm. longa. Folia superficie 2-2,5 × 1,2-1,5 cm.; dentium culmina 0,5-0,8 mm. alta et circa 1 mm. distantia. Capitula sub anthesi sect. long. 1,5 × 2 cm. Pedunculi 6-8 cm. longi. Calix sub anthesi 4 mm. longus tubo 2 mm. longo dentibus 2 mm. longis, post anthesin ad 7 mm. longus. Corolla calicis os 4-5 mm. excedens, tubo 6 mm. longo, labri lobis superficie 1 × 0,8 mm., labiolo 2 mm. longo et 1 mm. profundo. Stylus corollæ os 2-4 mm. excedens.

In valle Y-acan, prope Valenzuela. Jan. n. 4557.

Species præcedenti perquam affinis, tamen indumento florisque organisatione omnino distincta.

H. TRIPARTITA Briq. *Fragm. Monogr. Lab.* I p. 92. (*Mesosphærum tripartitum* Briq.) — Planta robusta. Caulis suffruticosus, satis ramosus, rubescens, glabrescens, internodiis brevibus vel mediocribus. Folia petiolata supra et subtus pubescentia, glandulosa, triloba vel tripartita ; lobi laterales subintegri, oblongi, sæpe haud evoluti ; lobus medius major oblongus, serratus, dentibus parvis acutis prorsus versis ; nervatio simplex, nervo medio evidentiore. Capitula racemum laxum constituentia, globosa, bracteolis linearibus, villosis, raris, pedunculis pilosulis, apice dense et adpresse pubescentibus, mediocribus brevibusve. Calices densissime

conferti, tubulosi ; tubus pilosulus valide 10 striatus, apicem versus recurvus; dentes lineares, sinubus rotundiusculis, valde villosi, apice claviformes. Corolla exserta, cœrulea ; tubus cylindraceus, tenuis, intus et extus nudus, superne aliquantulum ampliatus; labrum 4 lobum, lobis rotundatis, integris, apice pilosis ; labiolum stipato-defractum, cymbæforme, ± profundum, pilosum. Stamina cum stylo supra labiolum declinata ; stylus glaber, apice stigmate capitato finitus.

Caulis ad 75 cm. alti internodia media 1-3 cm. longa. Foliorum petiolus 7-8 mm. longus, lobi laterales ad 6 mm. longi, medius superficie 1,5 × 4,5 mm., dentium culminibus 0,5 mm. altis et 1-3 mm. distantibus. Pedunculi ad 2 cm. longi. Capitula diametro 1,5 cm. Calicis tubus circa 4 mm. longus, dentes 1,8-2 mm. longi. Corolla calicis os 3-4 mm. excedens.

Caaguazu in campis. Apr. n. 999.

H. tripartita ab omnibus speciebus sectionis *Cyrtæ* differt foliis profunde trilobis. Lobi laterales autem parvi nec in omnibus foliis evoluti sunt et sæpe, ut foliorum auriculæ in *Salviis* gerontogeis nonnullis, in foliis plurimis desunt. Cave ne folia parva in gemmis axillaribus pro lobis basilaribus sumas !

Tab. 63, fig. I. — 1 ramus cum inflorescentia ; 2 folium trilobum ; 3 flos totus; 4 calix apertus ; 5 corolla postice fissa et aperta, cum staminibus.

Sect. SPICARIA Benth. *Lab. gen. et spec.* p. 78.

H. SPICIGERA Lamk. *Encycl. méth.* III p. 185. — In pratis humidis ad Caaguazu. Mart. n. 992.

PELTODON Pohl. *Plant. bras. Ic.* I p. 66.

P. LONGIPES St-Hil. in Benth. *Lab. gen. et sp.* p. 63 = *P. comaroides* Briq. *Frag. Monogr. Lab.* I p. 91 (1889). — In pascuis ad Itape. Sept.-Déc. n. 1008. Corolla atro-purpurea.

OCIMUM Linn. *Gen.* ed. I n. 482.

O. NUDICAULE Benth. *Lab. gen. et sp.* p. 14 (1832) = *Eriope nudicaulis* Briq. *Fragm. Monogr. Lab.* I p. 97 (1889). — In collibus incultis ad Villa-Rica. Oct. n. 982 ; in senticetorum calvitiis catenæ « Cordillère de Peribebuy » supra Paraguari. Iun. n. 4560.

Species a nobis olim floribus imperfectis examinatis erronee ad genus *Eriopen* relata. Ex schedulis cl. Balansæ, florum color variabilis esse videtur, in loco priore flores ex roseo albidi dicuntur, in altero cærulescentes ab eo prædicantur.

O. CARNOSUM Link et Otto in Benth. *Lab. gen. et spec.* p. 11. — In pascuis ad Paraguari. Oct. n. 984 ; in pascuis ad Villa-Rica. Oct. n. 984a.

O. SELLOWII Benth. *Lab. gen. et spec.* p. 6. — In silvis ad Villa-Rica. Febr. n. 985; in ripis fluv. Aroyo-Guazu, orientem versus a catena « Cordillère de Villa-Rica. » Oct. n. 985a ; in magna silva Caaguazu ad margines loci « picada » dicti. Nov. n. 985b.

O. BALANSÆ Briq., sp. nov. — Suffrutex basi trunco tuberoso-lignoso crasso præditus, ramis herbaceis ascendentibus vel erectis crebris, internodiis mediis mediocribus, breviter pubescentibus. Folia ovato-elliptica, apice obtusa vel subrotunda, marginibus longius convexis, basi in petiolum mediocrem extenuata, utrinque glabra, minute glandulosa, margine tenuiter ciliata, aliq. carnosula; nervatio simplex haud prominula ; serratura subnulla vel constans ex dentibus crenatis, raris, mediocribus vel parvis, extus convexiusculis, intus rectiusculis, culminibus acutis vel obtusis. Spicastrum mediocre vel elongatum, terminale, verticillastris 6 floris confertis, inferne demum distantibus, bracteis ovato-ellipticis, membranaceis, pubescentibus, parvis, caducis. Pedicelli pubescentes. Calix sub anthesi late campanulatus, extus adpresse prorsus pubescens ; labrum ovatum, obtusum, apice breviter apiculatum, ciliatum, 3 nervium, nervis in limbo pulchre anastomosantibus, lateralibus in alas decurrentes nervos crebros parallelos emitten-

tibus; labiolum 4 dentatum, dentibus lanceolato-acuminatis ciliatis, infimis longioribus, lateralibus basi latissimis ita sinu plano; cum labro calix junctis maturitate valde auctus, deflexus. Corolla ex roseo cœrulescens, fere omnino in calice inclusa; tubus brevis cylindraceus intus et extus nudus, apice ad insertionem staminum subito dilatatus; labrum 4 lobum, lobis ovatis, apice obtusis, marginibus integris; labiolum labro aliq. longior, oblongum, planum, apice rotundatum. Stamina filamentis omnibus (et in superioribus) nudis, nec dilatatis, nec denticulatis, nec villosis, in labiolo declinata. Stylus cum staminibus declinatus, apice bifidus. Nuculæ ovoidæ, pericarpio mucilaginoso.

Tuberculi lignosi diametro ad 2,6 mm. et 3-5 cm. longi. Rami a erii ad 30 cm. alti, internodiis mediis 2-5 cm. longis. Foliorum lamina superficie 3-4 × 1,5-2,5 cm., petiolus 0,5-1,2 cm. longus. Dentium culmina 0,1-0,8 mm. alta et 2-8 mm. distantia. Spicastrum 2-9 cm. longum. Bracteæ superficie circa 5 × 4 mm. Pedicelli circa 3 mm. longi. Calix sub anthesi circa 4 mm. longus, tubo 3 mm. longo, labro superficie 1,5 × 2,5 mm.; labiolum dentibus lateralibus 1,8 mm. altis, basi fere 2 mm. latis, sinu 1,5 mm. lato a labro separatis, infimis 2 mm. longis basi tantum 0,6 mm. latis; calix post anthesin ad 8 mm. longus, membranaceus, glabrescens. Corollæ tubus 1,5 mm. longus; labrum 1,5 mm. longum, lobis superficie circa 1 × 1 mm.; labiolum superficie 2,5 × 1,5 mm. Genitalia parum exserta. ♃.

In pratis prope Villa-Rica. Sept. n. 986; in campis herbosis occidentem versus a fl. Cevro-Péron, haud procul a Peragu. Iun. 986a; in silvarum calvitiis catenæ « Cordillère de Peribebuy » dictæ. Januar. n. 986b.

Hæc pulchra species, cujus folia basilicodora, ab incolis ex schedulis cl. Balansæ utitur ad pedes abluendos; radices (vel bases tuberosæ?) ad hoc in aqua decoquuntur. Nomen vernaculum ex cl. Balansa « Alvaaca » dicitur. *O. Balansæ* habitu ad *O. sanctum* L. orbis veteris accedit a quo statim differt caulibus basi tuberoso-lignosis, nec non staminum conformatione. *O. carnosum* Link et Otto et *O. Sellowii* Benth., quæ simili modo tuberosa, differunt calice fauce glabro et staminibus. Affinitates ex staminibus desumptæ ad sect. *Gymnocimum* Benth. vergunt et hic tantum de *O. micrantho* Willd., Americæ æquinoctialis cive haud raro, agi potest; sed species illa annua statim dignoscenda caulibus basi haud tuberoso-lignosis et habitu.

Tab. 64. — 1 ramus cum spicastris; 2 basis ramorum cum tuberculo lignoso; 3 calix totus maturus antice visus; 4 calix juvenilis a latere visus; 5 calix apertus; 6 corolla postice fissa et aperta cum staminibus; 7 stylus.

O. BASILICUM Linn. *sp. pl.* ed 1 p. 597; ed. 2 p. 833. — In hortis ad Aregua colitur. Januar. n. 1155. — Specimen a nobis visum pertinet ad var. *hispidum* Briq., ramis glabris, foliis ovato-lanceolatis, glabris, minute et distanter dentatis, calicibus, pedicellis et etiam spicastri axe hispido-pilosis.

INDEX TABULARUM

INDEX NUMERORUM

978, 978 *a*, 978 *b* ... Hyptis altheæfolia Pohl.
979 ... Hyptis elegans Briq., var. pascuicola Briq.
979 *a* ... Hyptis elegans Briq., var. campicola Briq.
980 ... Hyptis floribunda Briq.
983 ... Teucrium inflatum Sw.
984, 984 *a* Ocimum carnosum Link et Otto.
985, 985 *a*, 985 *b* ... Ocimum Sellowii Benth.
986, 986 *a*, 986 *b* ... Ocimum Balansæ Briq.
987 ... Salvia Rouyana Briq.
988, 988 *a* ... Scutellaria purpurascens Sw.
989 ... Salvia cinerarioides Briq.
989 *a* ... Salvia approximata Briq.
990 ... Salvia rigida Benth., var. lucida Briq.
990 *a*, 990 *b*, 990 *c* ... Salvia rigida Benth., *formæ inter* var. lucidam *et* var. cryptocaulon *mediæ*.
990 *d* ... Salvia rigida Benth., var. cryptocaulon Briq.
991 ... Salvia ambigens Briq.
992 ... Hyptis spicigera Lamck.
994, 994 *a* ... Hyptis fasciculata Benth.
994, 995 ... Hyptis mutabilis Briq.
996 Hyptis trichocalyx Briq.
997 ... Hyptis mirabilis Briq.
998 ... Hyptis elliptica Briq.
999 ... Hyptis tripartita Briq.
1000 ... Hyptis Mülleri Briq.
1001 ... Hyptis incana Briq.
1002 ... Hyptis paraguayensis Briq.
1003 ... Hyptis capitata Jacq.
1006, 1006 *a*, 1006 *c* ... Hyptis cinerea Mor.
1004 ... Hyptis stereocaulos Briq.
1005 ... Hyptis mollis Pohl.
1007 *a*, 1007 *b*, 1007 *c* ... Hyptis brevpes Poit., var. vulgaris Briq.
1008 ... Peltodon longipes St-Hil.
1009 ... Hyptis dumetorum Mor.
1010 .. Mentha villosa, var. velutella Briq.

1011 ... Eriope trichopoda Briq.
1012 ... Scutellaria rumicifolia Kunth.
1155 ... Ocimum Basilicum L., var. hispidum Briq.
1156 ... Salvia Micheliana Briq.
1157 ... Hyptis mutabilis Briq.
1158 ... Hyptis Mülleri Briq.
1159 ... Hyptis trichoneura Briq.
1160 ... Hyptis Barbarensis Briq.
1161 }
1161 *a* } ... Hyptis hirsuta Kunth.

3120 ... Stachys Micheliana Briq.
3122 ... Hyptis elegans Briq., var. pascuicola Briq.
4553 ... Satureia Brownei Briq.
4555 ... Hedeoma scutellarioides Briq.
4556 ... Hyptis dumetorum Mor.
4557 ... Hyptis poliodes Briq.
4559 ... Hyptis mutabilis Briq.
4560 ... Ocimum nudicaule Benth.
4561 ... Hyptis hirsuta Kunth.
5121 ... Hyptis paraguayensis Briq.

INDEX SPECIERUM

VARIETATUM ET SYNONYMORUM OMNIUM SUPRA MEMORATORUM



B. Herincq del. et lith. Imp. Edouard Bry, Paris.

I. SALVIA AMBIGENS Briq. II. SALVIA MICHELIANA Briq.



B. Herincq del. et lith. Imp. Edouard Bry. Paris

I. SALVIA CINERARIOIDES Briq. II. SALVIA RIGIDA BENTH. var. INTERNODIALIS Briq.



B. Herincq, del. et lith.

Imp. Edouard Bry

I. SALVIA ROUYANA Briq *var.* DENTATIFORMIS Briq. II. ERIOPE TRICHOPODA Briq



B. Herincq del. et lith.

Imp. Edouard Bry, Paris.

I. HYPTIS FLORIBUNDA Briq. II. HYPTIS ELEGANS Briq.



B. Herincq del. et lith.

Imp. Edouard Bry. Paris

HYPTIS MÜLLERI Briq.



B. Herincq. del. et lith

Imp. Edouard Bry, Paris

I. HYPTIS ELLIPTICA Briq. II. HYPTIS MIRABILIS Briq.



B. Herincq del. et lith.

Imp. Edouard Bry, Paris

I. HYPTIS CINEREA Mor. II. HYPTIS STEREOCAULOS Briq.



B. Herincq. del. et lith.
Imp. Edouard Bry Paris

I. HYPTIS PARAGUAYENSIS Briq II. HYPTIS DUMETORUM Mor.



del. et lith.

HYPTIS TRIPARTITA Benth. — HYPTIS [illegible] Briq.



B. Herincq del. et lith. Imp. Edouard Bry, Paris

OCIMUM BALANSAE Briq.

TABLE GÉNÉRALE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME TRENTE-DEUXIÈME

Ire Partie.

IIme Partie.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES AUTEURS

ET DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TRENTE-DEUXIÈME VOLUME





TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA SECONDE PARTIE

DU TOME TRENTE-DEUXIÈME



IMPR. REY & MALAVALLON, 12 PÉLISSERIE, GENÈVE.

